Проф. Ю. Н. Вагнеръ.

НАЧАЛЬНЫЙ КУРСЪ
ПРИРОДОВѢДѢНІЯ.

Ч. I-ая.—Неживая природа.

Съ 121 рисунками въ текстѣ.

4-ое исправленное и дополненное изданіе.

Ученымъ Ком. Мин. Нар. Просв. всѣ 3 части **допущены** въ качествѣ **учебнаго руководства для мужскихъ и женскихъ** среднихъ учебныхъ заведеній.
(Ж. М. Н. Пр. Ноябрь 1908 г.).

Учебнымъ Комит. Минист. Торг. и Промышл. всѣ части **допущены** въ качествѣ **учебнаго пособія** для торгово-промышленныхъ учебныхъ заведеній.
(Постан. 15 мая и 11 ноября 1909 г.).

Главн. Управл. Военно-Учебныхъ Заведеній II ч. допущена въ качествѣ **учебника**, III ч. въ качествѣ пособія **для кадетскихъ корпусовъ**.
(Цирк. № 19244, 12 августа 1909 г.).

Главн. Управл. Землеустр. и Земледѣлія всѣ части **одобрены въ качествѣ учебнаго пособія** для подвѣдомственныхъ ему учебныхъ заведеній.
(Постанов. № 280, отъ 4 декабря 1909 г.).

Учебн. Комит. при Свят. Синодѣ всѣ части **допущены въ качествѣ учебнаго пособія** для мужскихъ духовныхъ и женскихъ епархіальныхъ училищъ.
(Церковн. Вѣдом. № 7 и № 50, 1909 г.).

Изданіе Пироговскаго Товарищества. Кіевъ.
1911.

Типографія С. Г. Слюсаревскаго, Институтская 14
1911.

Отъ автора.

„Начальный курсъ природовѣдѣнія“ составленъ мною примѣнительно къ министерской программѣ 1906-го года для учениковъ младшихъ классовъ. Въ отличіе отъ прежнихъ изданій въ настоящемъ (4-мъ) изданіи я помѣщаю въ концѣ отдѣльныхъ главъ вопросы, при составленіи которыхъ я имѣлъ въ виду не простое повтореніе пройденнаго, а развитіе въ ученикахъ наблюдательности и сознательнаго отношенія къ окружающему. Поэтому большинство вопросовъ подобрано мною такъ, что для отвѣта на нихъ недостаточно, такъ сказать, механическаго отношенія къ проходимому курсу, а необходимо дѣйствительное пониманіе его.

Слѣдуя указаніямъ преподавателей, я ввелъ въ 4-мъ изданіи нѣкоторые новые параграфы; однако, многое изъ того, что мнѣ указывалось, я ввести не могъ, такъ какъ все же предлагаемый учебникъ долженъ служить лишь первымъ концентромъ, лишь введеніемъ къ болѣе систематическому знакомству съ естественными науками. Напр., вопреки мнѣнію нѣкоторыхъ, я считаю ненужнымъ перечисленіе отдѣльныхъ костей не только кисти или стопы, но также—черепа; это—подробности, которыя обременяютъ память ребенка, но не расширяютъ его кругозора.

Вообще, по поводу прошлыхъ изданій моего учебника высказывались два діаметрально противоположныхъ взгляда: одни находили его слишкомъ пространнымъ, невозможнымъ для прохожденія въ первыхъ трехъ классахъ при двухъ часахъ въ недѣлю; другіе, наоборотъ,—говорили о неполнотѣ и излишней краткости учебника. Поэтому въ настоящемъ изданіи всѣ тѣ параграфы и части ихъ, которыя не указываются программою, но которые я считалъ полезнымъ ввести, напечатаны другимъ (болѣе мелкимъ) шрифтомъ и

составлены такимъ образомъ, чтобы при желаніи ихъ можно было опустить безъ нарушенія связи въ изложеніи. Этимъ, можетъ быть, отчасти будутъ удовлетворены тѣ, которые находятъ учебникъ слишкомъ подробнымъ. Съ другой стороны, я сократилъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ само изложеніе, на сколько то было возможно безъ ущерба для литературной формы.

Послѣдней, т. е. формѣ изложенія, я придавалъ, конечно, и въ настоящемъ изданіи большое значеніе; главная часть сдѣланныхъ мною измѣненій касается не формы, а порядка изложенія. Вначалѣ (именно, въ первомъ изданіи курса природовѣдѣнія),—я имѣлъ въ виду совмѣстить въ одномъ руководствѣ и учебникъ, и книгу для внѣкласснаго чтенія. Но трехлѣтній опытъ мнѣ показалъ, что такое совмѣщеніе труднѣе, чѣмъ я предполагалъ, а, можетъ быть, и невозможно, и уже во второмъ изданіи мнѣ пришлось, уступая указаніямъ преподавателей, отступить отъ своего первоначальнаго плана. Въ настоящемъ изданіи я окончательно оставилъ свое прежнее намѣреніе. Вотъ почему во многихъ мѣстахъ учебника мною принятъ иной порядокъ изложенія, а третья (и отчасти—вторая) часть учебника переработаны совершенно заново.

При принятомъ мною теперь методѣ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ опытъ (или наблюденіе) приводятся, какъ иллюстрація къ описываемымъ явленіямъ или отношеніямъ; вездѣ, гдѣ возможно, я сначала останавливаюсь на опытѣ, стараясь прежде всего пріучить занимающихся сознательно относиться къ наблюдаемымъ явленіямъ и дѣлать изъ нихъ правильные выводы.

Всѣ опыты, приводимые мною въ первой части, возбуждавшіе какое-либо сомнѣніе, были мною снова провѣрены. Нѣкоторые изъ нихъ замѣнены другими, а къ нѣкоторымъ составлены спеціальныя указанія (см. „примѣчанія для преподавателей“). Кромѣ того, я ввелъ рядъ новыхъ опытовъ. Что касается рисунковъ опытовъ, то большинство иллюстрацій представляютъ оригинальныя фотографіи съ самихъ опытовъ, которые ставились по моимъ указаніямъ. Изготовленіе фотографическихъ снимковъ и клише съ нихъ требовало, конечно, отъ издательства, кромѣ значительныхъ хлопотъ, еще крупныхъ затратъ, но къ чести издательства я долженъ отмѣтить, что оно охотно пошло на это, не повышая стоимости учебника.

Во второй и особенно въ третьей части, кромѣ общихъ измѣненій, о которыхъ говорилось выше, я старался еще больше развить біологическій методъ изложенія. Надѣюсь, что сдѣланныя мною съ этою цѣлью измѣненія не представляютъ излишняго увлеченія этимъ методомъ.

Рядъ указаній относительно отдѣльныхъ мѣстъ учебника мною сдѣланъ въ „примѣчаніяхъ для преподавателей“.

Въ заключеніе считаю нужнымъ еще разъ подчеркнуть, что мой учебникъ представляетъ лишь начальный курсъ. Этимъ объясняются нѣкоторыя допускаемыя мною неточности; какъ примѣръ такихъ сознательныхъ „опущеній“, укажу объясненіе происхожденія известняковъ или объясненіе растворенія въ водѣ твердыхъ тѣлъ.

Ю. Н. Вагнеръ.

Іюль, 1911 г.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

Отъ автора V

Введеніе.

I. Природа, явленія природы и ихъ изученіе . . . 1

II. Общее знакомство съ тѣлами 3

Объемъ и протяженность тѣлъ—3. Вѣсъ тѣлъ—5. Измѣреніе вѣса и объема тѣлъ—6. Плотность и удѣльный вѣсъ тѣлъ—8. Сжимаемость тѣлъ—9. Дѣлимость. Составъ тѣлъ изъ частицъ или молекулъ—11. Тѣла твердыя, жидкія и газообразныя—11. Сцѣпленіе—13. Прилипаніе—14. Волосность—14. Переходъ тѣлъ изъ одного состоянія въ другое—15. Расширеніе тѣлъ отъ нагрѣванія и сжатіе отъ охлажденія—16. Холодъ и тепло. Температура—19. Измѣреніе температуры. Термометръ—20. Явленія физическія и химическія—22.

Воздухъ.

I. Общее знакомство съ воздухомъ 24

Доказательство существованія воздуха — 24. Атмосфера. Вѣсъ воздуха—24. Цвѣтъ воздуха. Небо—25.

II. Давленіе и движеніе атмосфернаго воздуха . . . 25

О сжиманіи и давленіи газовъ—25. Давленіе атмосфернаго воздуха—26. Причина давленія атмосфернаго воздуха—29. Измѣреніе атмосфернаго давленія. Барометръ—29. Зависимость давленія газа отъ движенія его частицъ—31. Величина атмосфернаго давленія и измѣненія его—32. Нагрѣваніе и движеніе воздуха—33. Охлажденіе атмосфернаго воздуха въ вышинѣ—36.

III. Составъ воздуха. Свойства кислорода, азота и углекислаго газа 38

Воздухъ при горѣніи въ немъ свѣчи измѣняется—38. Воздухъ—неоднородный газъ. Кислородъ и азотъ—40. Добываніе кислорода—42.—Свойства кислорода и азота—44. Углекислый газъ—45. Свойства углекислаго газа—47. Углекислая известь—49. Химическія соединенія. Окислы—51.

IV. Горѣніе и пламя 54

Горѣніе—54. Пламя—55.

Вода.

I. Вода въ природѣ 59

II. Вода въ жидкомъ видѣ 60

Особенности измѣненія объема воды при охлажденіи—60. Цвѣтъ воды—61. Раствореніе въ водѣ твердыхъ тѣлъ—62. Раствореніе въ водѣ газовъ—65. Отношеніе между растворе-ніемъ газовъ въ водѣ и ихъ свойствами—65. Фильтрованіе и перегонка воды. Круговоротъ воды—66.

III. Вода въ видѣ пара 70

Испареніе воды—70. Кипѣніе воды—72. Скрытая теплота испаренія—73. Движеніе частицъ при испареніи и кипѣніи—74. Туманъ и облака—75.

IV. Вода въ видѣ снѣга и льда 77

Снѣгъ и ледъ—77. Замерзаніе воды и таяніе льда—78. Пластичность льда—79. Глетчеры и ледяныя горы—82.

V. Составъ воды 84

Простыя и сложныя тѣла—84. Вода—сложное тѣло—85. Водородъ и его свойства—87. Горѣніе водорода и образованіе воды—90.

Земля.

I. Важнѣйшіе минералы и горныя породы 92

Горная порода - гранитъ и ея минералы—93. Кристаллическія и некристаллическія вещества—95. Кристаллизація—97. Кристаллы въ природѣ—98. Вывѣтриваніе горныхъ породъ—99. Отмучиваніе—100. Песокъ и песчаники—102. Глина—104. Глинистые сланцы—105. Каменная соль—105. Гипсъ—109. Известняки—110. Каменный уголь и его образованіе—113. Происхожденіе скопленій растеній, превращающихся въ каменный уголь. Торфъ—115. Значеніе каменнаго угля—117. Болотный газъ—119. Графитъ и алмазъ—120.

II. Металлы 122

Общія свойства металловъ—122. Соединенія металловъ съ кислородомъ 123. Соединенія металловъ съ сѣрой—124. Добываніе металловъ изъ рудъ—126. Желѣзныя руды—126. Желѣзо и сталь—128. Чугунъ—129. Мѣдь—131. Свинецъ и олово—133. Цинкъ—135. Благородные металлы: ртуть, серебро и золото—136.

III. Измѣненіе земной коры подъ вліяніемъ воздуха, воды, вулканическихъ силъ, растеній и животныхъ. . . 139

Разрушеніе горныхъ породъ вслѣдствіе измѣненій температуры—139. Размываніе горныхъ породъ—140. Рѣчные наносы—144. Грунтовыя воды и ключи—145. Образованіе пещеръ—146. Почва—148. Ядро земного шара и земная кора—152. Происхожденіе суши и горъ—153. Вѣковыя колебанія земной коры—155. Вулканы и изверженіе горныхъ породъ—157.

Введеніе.

I.—Природа, явленія природы и ихъ изученіе.

Этотъ густой лѣсъ, въ тѣни котораго такъ пріятно отдыхать въ жаркіе лѣтніе дни, эта степь или поле, усѣянное тысячами разноцвѣтныхъ дикихъ цвѣтовъ, эти синѣющія вдали горы, эта рѣка или море, возлѣ которыхъ вы можетъ быть, живете, этотъ воздухъ, которымъ вы дышите, и многое другое, окружающее васъ со всѣми животными и растеніями, живущими на свободѣ,—существуетъ помимо вашей воли. Все существующее, что не создано руками человѣка, мы называемъ природой. Мы сами составляемъ часть одной общей нашей „матери“ — природы.

Съ самыхъ древнихъ временъ люди замѣчали, что окружающее ихъ не оставалось однимъ и тѣмъ же, а постоянно измѣнялось: постоянно измѣнялся видъ неба, то яснаго, то покрытаго облаками или тучами; воздухъ былъ то спокоенъ, то двигался, и люди называли это движеніе воздуха вѣтромъ; этотъ вѣтеръ подымалъ и крутилъ пыль и упавшіе на землю листья; онъ приносилъ съ собою или тепло, или холодъ; вода въ рѣкѣ откуда-то текла и куда-то уходила въ невѣдомую даль; одни цвѣты распускались, другіе завядали; деревья то теряли свой лѣтній зеленый нарядъ, то снова покрывались свѣжей листвой и т. д. Словомъ, всюду происхо-

дили измѣненія, или явленія природы. Многія изъ явленій природы, какъ, напримѣръ, проливной дождь или неожиданно налетѣвшій вихрь, жестокій морозъ или, наоборотъ, палящій зной, заставляли сильно страдать нашихъ отдаленныхъ предковъ, потому что у нихъ не было ни такихъ зданій, въ которыхъ мы въ настоящее время живемъ, ни такого теплаго платья, въ которое мы теперь въ случаѣ нужды можемъ укутаться. Поэтому съ самыхъ древнихъ временъ люди интересовались явленіями природы и старались объяснить себѣ ихъ, т. е. найти ихъ причину и узнать, какъ эти явленія происходятъ.

Было время, когда люди думали, что вся природа, всѣ лѣса, горы и воды и даже воздухъ населены множествомъ невидимыхъ существъ, по волѣ которыхъ происходятъ всѣ явленія природы: дуетъ вѣтеръ, собираются тучи, идетъ дождь, сверкаетъ молнія и т. д. Однако, чѣмъ больше люди наблюдали за явленіями природы, тѣмъ больше они убѣждались, что эти явленія происходятъ не по капризу какихъ-то невидимыхъ существъ и не случайно, а что всѣ они связаны одно съ другимъ: одно явленіе вызываетъ другое, первое составляетъ причину второго, а второе слѣдствіе перваго. Такимъ образомъ, для того, чтобы правильно понимать явленія природы, необходимо прежде всего изученіе ихъ. „Вѣкъ живи, вѣкъ учись“,—говоритъ мудрая поговорка, и люди, наблюдая природу, учились, и все, что узнавало одно поколѣніе людей, оно передавало слѣдующему поколѣнію. Природа—наша мать; она же была и первымъ учителемъ людей.

Можно изучать, какъ измѣняются берега, подмываемые какою-нибудь рѣкой, что происходитъ съ землею, уносимою съ береговъ этой рѣкой, а можно изучать и теченіе самой рѣки, его быстроту въ разныхъ мѣстахъ, направленіе и тому подобное; можно, далѣе, изучать самое воду этой рѣки, или, наконецъ, животныхъ и растенія, которыя ее населяютъ и т. д. Такимъ образомъ, изученіе или изслѣдованіе природы можетъ быть такъ же безконечно разнообразно, какъ разнообразна сама природа. Изучая жизнь растеній, мы можемъ допускать или не допускать къ нимъ солнечные лучи, поливать или не поливать водою ту землю, на которой онѣ растутъ, садить ихъ на различной почвѣ и т. д.; наблюдая надъ тѣмъ, что происходитъ съ воздухомъ при его нагрѣваніи, мы можемъ нагрѣвать его не такъ, какъ онъ нагрѣвается въ природѣ, а заключивъ его въ какой-нибудь сосудъ. Словомъ, при изслѣдованіи явленій природы мы часто можемъ измѣнять по своему усмотрѣнію условія, при которыхъ они происходятъ. Такое изслѣдованіе явленій природы называется опытомъ.

Ни одно явленіе природы нельзя понять не изслѣдовавъ его. А для изслѣдованія—необходимы наблюденіе и опытъ.

Свое знакомство съ природой мы начнемъ съ той части природы, которая всего ближе къ намъ, а именно, съ воздуха, всегда насъ окружающаго. Раньше, однако, необходимо немного остановиться на общихъ свойствахъ, которыми отличается все существующее въ природѣ, или т. н. тѣла природы.

Составляетъ ли та книга, которую вы читаете, часть природы? Почему? Приведите примѣръ явленій природы. Зачѣмъ необходимо изученіе ихъ? Какъ они изучаются?

II. Общее знакомство съ тѣлами.

§ 1. Объемъ и протяженность тѣлъ.

На то самое мѣсто, гдѣ лежитъ какой-нибудь камень, я не могу положить другой камень: для этого я долженъ первый камень сначала удалить съ его мѣста. Такимъ же образомъ я не могу въ стаканъ, налитый до краевъ водою, налить еще воды. Если я попробую это сдѣлать, то часть воды—и именно столько, сколько я прилью,—изъ стакана выльется.

Если вы возьмете стаканъ, опрокинете его вверхъ дномъ и, повернувши такъ, опустите его въ воду, то

вода его не наполнитъ.—Почему? Потому, что въ стаканѣ былъ воздухъ. Воздухъ не пускаетъ туда воду. Если вы оставите этотъ стаканъ подъ водою, то онъ не будетъ стоять вверхъ дномъ: воздухъ легче воды и потому онъ будетъ стараться выйти изъ воды кверху. Онъ приподниметъ вашъ стаканъ, и стаканъ упадетъ на бокъ. При этомъ вы увидите, какъ изъ стакана воздухъ выйдетъ пузырями кверху. На мѣсто воздуха въ стаканъ вольется вода (рис. 1 и 2).

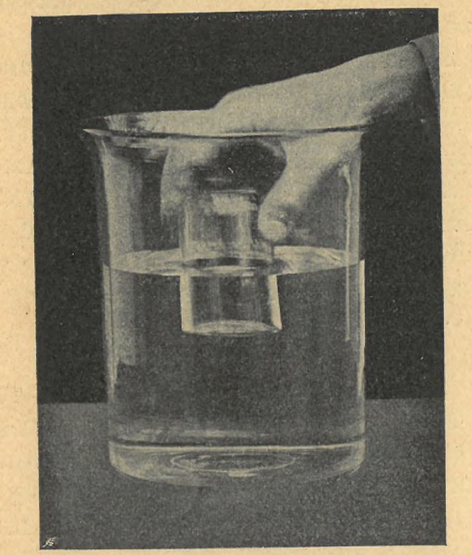


Рис. 1.—Воздухъ занимаетъ мѣсто. (По фотографіи).

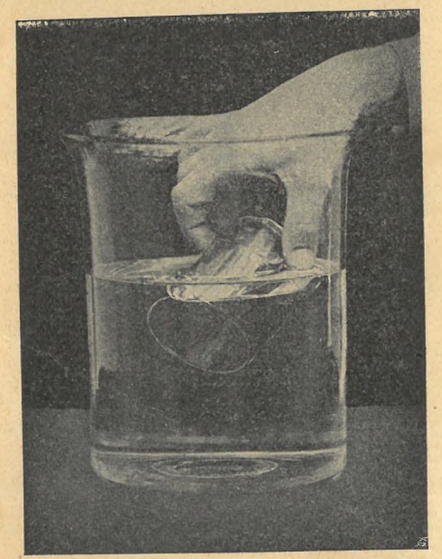


Рис. 2.—Въ стаканъ на мѣсто выходящаго воздуха вливается вода. (По фотографіи).

Заткнемъ колбу (сосудъ обыкновенно круглой формы, съ узкимъ горломъ, употребляемый для научныхъ работъ и опытовъ)—или бутылку пробкой съ двумя отверстіями. Черезъ одно плотно продвинемъ узкій конецъ воронки, а черезъ другое—изогнутую стеклянную трубку. Если мы теперь опустимъ свободный конецъ трубки въ стаканъ съ водою, а воронку быстро нальемъ водою, то мы увидимъ, какъ черезъ конецъ воронки будетъ вливаться въ бутылку струя воды, а черезъ резиновую трубку будетъ выходить изъ бутылки пузырями струя воздуха (рис. 3). Сказанное показываетъ, что каждое тѣло—будетъ ли то воздухъ, вода или какой-нибудь предметъ—занимаетъ нѣкоторое мѣсто или, иными словами, наполняетъ собою пространство. Часть пространства, занятая какимъ-либо тѣломъ, называется его объемомъ. Слѣдовательно, всѣ тѣла природы имѣютъ объемъ. Свойство тѣлъ занимать пространство, т. е. имѣть нѣкоторый объемъ—называется протяженностью.

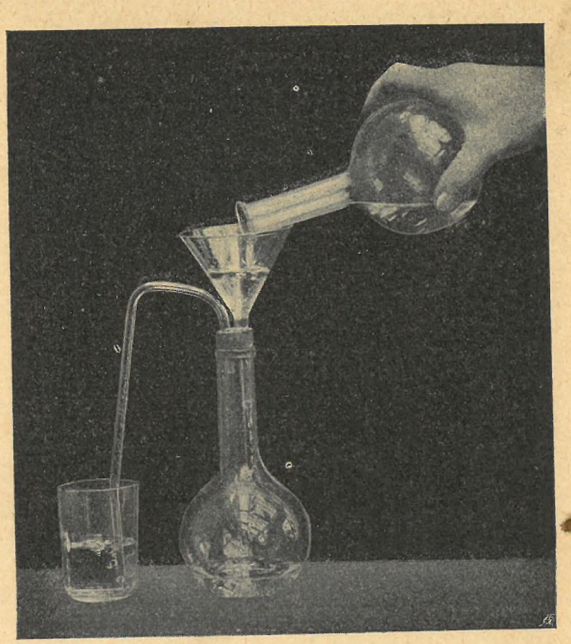


Рис. 3.—Вливающаяся въ колбу вода вытѣсняетъ изъ нея воздухъ. (По фотографіи).

§ 2. Вѣсъ тѣлъ.

Каждый знаетъ, что брошенный кверху камень падаетъ снова внизъ. Подбросьте кверху камень и слѣдите за нимъ. Вы увидите, что сначала камень полетитъ быстро, потомъ медленнѣе, какъ будто что-то мѣшаетъ ему летѣть, наконецъ, онъ остановится на одно мгновеніе и потомъ начнетъ падать книзу. То же произойдетъ съ каждымъ тѣломъ, которое вы бросите кверху; то же произошло бы и съ воздухомъ, если бы мы могли подбросить его кверху, какъ камень.

Камень падаетъ книзу потому, что его тянетъ къ землѣ его тяжесть. Если бы въ немъ не было тяжести

и онъ ничего бы не вѣсилъ, то что мѣшало бы ему улетѣть съ земли, когда вы бросили его кверху? То же и съ воздухомъ: и онъ удерживается возлѣ земли своею тяжестью, или вѣсомъ.

Всѣ тѣла имѣютъ вѣсъ.

§ 3. Измѣреніе вѣса и объема тѣлъ.

Когда мы покупаемъ какую-нибудь провизію, то мы всегда говоримъ, сколько намъ ея нужно: полъ-фунта, фунтъ, два фунта и т. д. Иными словами, мы указываемъ требуемый вѣсъ провизіи.

Покупая молоко или вино, мы измѣряемъ ихъ стаканами, бутылками, ведрами и т. д. Въ этомъ случаѣ мы говоримъ не о вѣсѣ, а объ объемѣ тѣла.

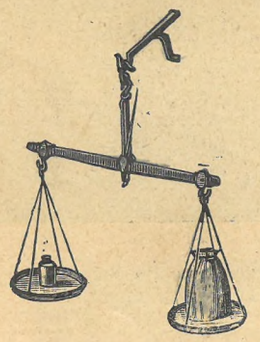


Рис. 4.—Вѣсы.

Такимъ образомъ, мы постоянно измѣряемъ или вѣсъ, или объемъ различныхъ тѣлъ.

При измѣреніи вѣса мы сравниваемъ вѣсъ тѣла съ вѣсомъ гирь опредѣленной тяжести и пользуемся для этого вѣсами (рис. 4). На одну чашку вѣсовъ мы кладемъ тѣло (предметъ), а на другую чашку вѣсовъ—гири.

При измѣреніи объема мы сравниваемъ объемъ тѣла (предмета) съ внутреннимъ объемомъ или емкостью опредѣленныхъ сосудовъ. Измѣрить объемъ воды, молока или вообще жидкости не трудно. Мы наливаемъ въ сосудъ и смотримъ какую часть сосуда она заняла. Но какъ измѣрить объемъ какого-нибудь твердаго тѣла? Для этого можно воспользоваться также сосудомъ. Если, напримѣръ, въ стаканъ съ водою погрузить какое-нибудь тѣло, то, какъ извѣстно, вода въ стаканѣ не останется на прежней высотѣ, а повысится (рис. 5). Если нашъ стаканъ былъ раздѣленъ черточками на равныя части*), то по черточкамъ легко видѣть на сколько вода повысилась.

*) Сосуды раздѣленныя на одинаковыя части опредѣленнаго объема называются мензурками (рис. 6).

Вода повышается потому, что погруженный въ нее предметъ занимаетъ нѣкоторое мѣсто и, значитъ, вытѣсняетъ часть воды. Вытѣсняетъ же воды онъ столько, сколько мѣста онъ занимаетъ. Слѣдовательно, количество вытѣсненной воды укажетъ намъ объемъ погруженнаго въ воду тѣла.

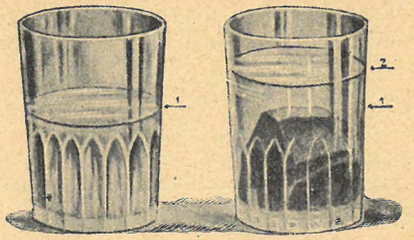


Рис. 5.—Вода въ стаканѣ поднялась, когда въ нее опустили кусокъ олова.

Гири опредѣленной тяжести называются мѣрами вѣса; сосуды опредѣленной емкости — мѣрами объема.

Въ различныхъ странахъ могутъ быть различныя мѣры вѣса и объема. Даже и въ одной и той же странѣ можетъ быть такое различіе.

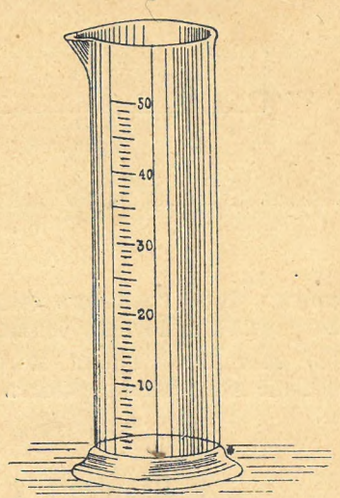


Рис. 6. — Стаканчикъ съ дѣленіями (мензурка).

Такое различіе въ мѣрахъ часто очень затрудняетъ сношенія между людьми. Каждый человѣкъ, привыкшій съ малолѣтства къ своимъ мѣрамъ и постоянно ихъ употребляющій, съ трудомъ представляетъ себѣ чужія мѣры и долженъ обыкновенно сравнивать со своими мѣрами. Поэтому въ настоящее время постепенно въ различныхъ странахъ вводятся однѣ и тѣ же мѣры, а именно, тѣ мѣры, которыя сто слишкомъ лѣтъ тому назадъ (22-го декабря 1795 г.) были введены во Франціи. Изъ различныхъ мѣръ эти французскія мѣры самыя удобныя по своей простотѣ. За мѣру длины французы приняли одну десятимилліонную часть четверти земного меридіана. Они назвали ее „метромъ“, что по-русски значитъ „мѣра“. Метръ немногимъ менѣе полутора аршинъ (рис. 7).

За мѣру объема французы приняли кубическій дециметръ, или, иначе говоря, кубъ, каждое ребро котораго равно одному дециметру (т. е. $^1/_{10}$ метра); эту мѣру объема они назвали „литромъ“. Литръ больше нашей обыкновенной бутылки. Въ тѣхъ странахъ, гдѣ при-

няты метрическія мѣры, употребляются бутылки большей емкости, чѣмъ у насъ, а именно, въ 1 литръ.

За мѣру вѣса французы приняли вѣсъ одного кубическаго сантиметра (т. е. $^1/_{100}$ метра) чистой воды; этотъ вѣсъ былъ названъ

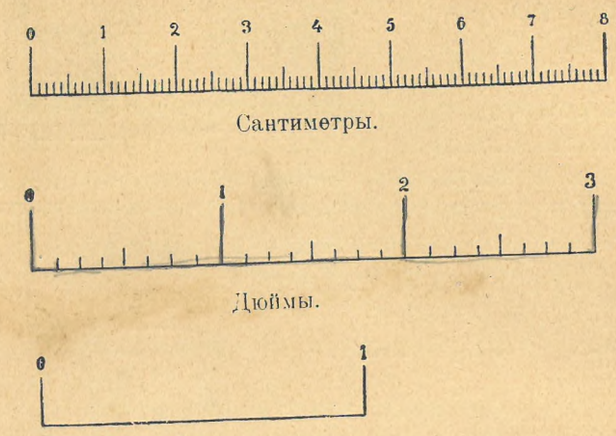


Рис. 7.—Сравнительная длина сантиметровъ (т. е. $^1/_{100}$ метра), дюймовъ и вершковъ.

„граммомъ". 1000 граммовъ составляетъ 1 килограммъ. Вѣсъ одного килограмма немногимъ болѣе, чѣмъ $2^1/_3$ фунта.

Въ настоящее время метрическія мѣры вошли во всеобщее употребленіе во всѣхъ странахъ Западной Европы, за исключеніемъ Англіи.

§ 4. Плотность и удѣльный вѣсъ тѣлъ.

Кусокъ сухого дерева плаваетъ на водѣ, а не тонетъ, потому что дерево легче воды. Кусокъ стекла, брошенный въ воду,—идетъ ко дну. Стекло тяжелѣе воды, а, значитъ, тяжелѣе дерева. Между тѣмъ, стаканъ, сдѣланный изъ стекла, легче деревяннаго стола, на которомъ онъ стоитъ. Почему? Конечно, потому, что стаканъ гораздо меньше стола.

Этотъ примѣръ показываетъ намъ, что вѣсъ предметовъ зависитъ не только отъ вѣса вещества, изъ котораго они сдѣланы, но и отъ величины, или, точнѣе говоря,—

объема предметовъ. Поэтому, если вамъ дадутъ большой кусокъ пробки и очень маленькій кусочекъ желѣза и спросятъ, во сколько разъ желѣзо тяжелѣе пробки, то рѣшить этотъ вопросъ, свѣсивъ данную пробку и данное желѣзо, вы не сможете. Если кусокъ пробки былъ гораздо больше кусочка желѣза, то можетъ оказаться, что онъ будетъ тяжелѣе, а всякому извѣстно, что пробка легче желѣза. Для рѣшенія вопроса надо свѣсить не всю данную пробку, а только кусочекъ ея точно такого же объема, какъ кусочекъ желѣза.

Вѣсъ веществъ, изъ которыхъ сдѣланы предметы, называется плотностью тѣлъ. Вѣсъ предметовъ мы сравниваемъ съ вѣсомъ опредѣленныхъ гирь. Точно такъ же, для болѣе точнаго сравненія плотности различныхъ тѣлъ необходимо сравнивать плотность каждаго тѣла съ плотностью какого-нибудь опредѣленнаго одного. Въ настоящее время принято сравнивать плотность разныхъ тѣлъ съ плотностью воды.

Число, показывающее, во сколько разъ плотность какого-нибудь тѣла (т. е. тяжесть какого-нибудь вещества) больше или меньше плотности (т. е. тяжести) воды, называется удѣльнымъ вѣсомъ тѣла.

Приведемъ примѣръ:

Какое-нибудь количество мѣди примѣрно въ 9 разъ тяжелѣе, чѣмъ точно такое же количество (объемъ) воды. Поэтому мы говоримъ, что мѣдь примѣрно въ девять разъ плотнѣе воды. Число 9 и будетъ удѣльный вѣсъ мѣди.

Чтобы опредѣлить удѣльный вѣсъ какого-нибудь тѣла, сначала взвѣшиваютъ данный предметъ, затѣмъ опредѣляютъ его объемъ и, наконецъ, сравниваютъ вѣсъ предмета съ вѣсомъ такого же объема воды.

§ 5. Сжимаемость тѣлъ.

Возьмемъ широкую стеклянную трубку съ ровными стѣнками, запаянную у одного конца*). Нальемъ ее (не

*) Такія трубки называются пробирками. Онѣ изготовляются, смотря по назначенію, изъ тонкаго или изъ толстаго стекла. Для нашего опыта необходима пробирка толстостѣнная.

полно) водою и, слегка закрывъ длинною пробкою, опрокинемъ отверстіемъ книзу (рис. 8). Тогда у верхняго запаяннаго конца трубки будетъ находиться воздухъ, подъ нимъ вода и, наконецъ, пробка. Попробуемъ теперь вдвигать пробку внутрь трубки (рис. 9). Пробка будетъ давить на воду, а вода на воздухъ. Если пробка подобрана нами хорошо, и между нею и стѣнками

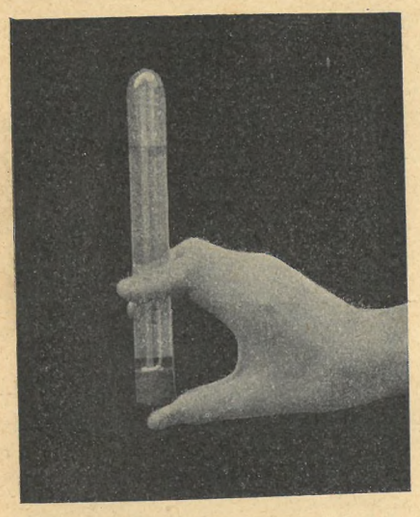


Рис. 8.—Надъ водою въ трубкѣ воздухъ не сжатъ. (По фотографіи).

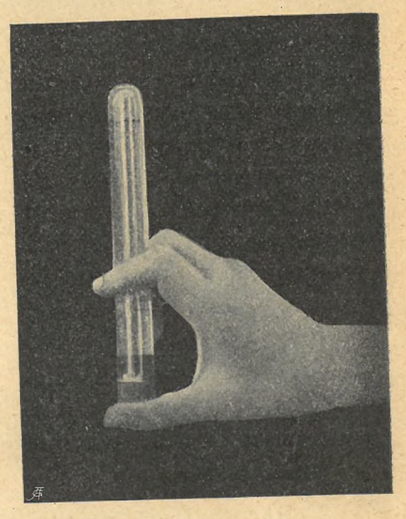


Рис. 9.—При вдвиганіи пробки въ трубку воздухъ сжимается. (По фотографіи).

трубки вода не будетъ выливаться изъ трубки, то мы замѣтимъ, что воздухъ, находящійся надъ водою, при вдвиганіи пробки будетъ сжиматься. Когда мы перестанемъ давить на пробку, воздухъ снова займетъ прежній объемъ, т. е. вода понизится до прежней высоты, а пробка нѣсколько выдвинется изъ трубки. Этотъ опытъ учитъ насъ, что отъ давленія на воздухъ объемъ его уменьшается, хотя съ прекращеніемъ давленія воздухъ снова расширяется и принимаетъ первоначальный объемъ. Такое свойство тѣлъ уменьшать свой объемъ называется сжимаемостью. Сжимаемость различныхъ тѣлъ отъ давленія очень неодинакова: она велика у воздуха, но ничтожна у воды и у твердыхъ тѣлъ.

§ 6. Дѣлимость. Составъ тѣлъ изъ частицъ, или молекулъ.

Мы можемъ кусокъ стекла разбить на нѣсколько мелкихъ кусочковъ. Мы можемъ, далѣе, каждый такой кусочекъ растолочь въ порошокъ. Конечно, нашъ порошокъ будетъ состоять изъ очень мелкихъ обломковъ стекла, а не какого-нибудь другого тѣла. То же можно сказать и относительно другихъ тѣлъ; напримѣръ, каждую каплю воды мы можемъ раздѣлить на еще болѣе мелкія капельки. Такимъ образомъ, вещество, изъ котораго состоитъ то или другое тѣло, можетъ быть раздѣлено на болѣе мелкія части. Съ помощью особыхъ пріемовъ можно его раздѣлить даже на такія мелкія частицы, которыя уже невидимы глазомъ.

Для объясненія различныхъ явленій въ настоящее время принимаютъ, что всѣ тѣла состоятъ изъ мельчайшихъ вещественныхъ частицъ—молекулъ. Эти частицы могутъ сдвигаться или раздвигаться, и, такимъ образомъ, между ними находятся мельчайшіе, невидимые глазомъ промежутки, или междучастичныя разстоянія. Когда объемъ тѣла уменьшается отъ сжатія тѣла (см. предыдущій §), частицы его между собою сближаются, т. е. разстоянія между ними становятся меньше. Способность тѣлъ дѣлиться называется дѣлимостью, а обладаніе промежутками между частицами—скважностью*).

§ 7. Тѣла твердыя, жидкія и газообразныя.

Возьмемъ бутылку, наполненную наполовину водою. Передъ нами будутъ тогда три тѣла: во-первыхъ, сама бутылка, сдѣланная изъ стекла, во-вторыхъ, налитая въ нее вода и, въ-третьихъ, находящійся въ бутылкѣ же надъ водою—воздухъ. Сравнимъ эти три тѣла между собою.

---

*) Не надо смѣшивать эту скважность съ грубою скважностью многихъ тѣлъ,—напримѣръ, дерева, легко пропускающаго сквозь свои скважины воду. Такія грубыя скважины расположены между отдѣльными частями дерева, а не между молекулами его вещества.

Бутылку можно поставить на столъ, можно положить бокомъ, можно помѣстить въ какой-нибудь болѣе крупный сосудъ, напримѣръ—банку, можно, наконецъ, взять въ руки и довольно сильно сжать—и она всегда будетъ сохранять одну и ту же форму. Такія тѣла называются твердыми. Твердыя тѣла имѣютъ опредѣленную форму.

Иныя свойства мы найдемъ у воды и воздуха. Воду мы не могли бы положить прямо на столъ. Она бы растеклась по нему. Мы ее должны во что-либо помѣстить. Въ нашемъ примѣрѣ мы налили ее въ бутылку. Можно было бы налить ее и въ другой какой-нибудь сосудъ. Каждый разъ вода будетъ принимать форму этого сосуда. Такимъ образомъ, вода не сохраняетъ своей формы, ея форма зависитъ отъ сосуда, въ который она налита. Такимъ же образомъ и та часть воздуха, который находится въ нашей бутылкѣ надъ водою, не имѣетъ своей собственной формы; его форма также зависитъ отъ формы сосуда, въ которомъ онъ помѣщенъ. Въ этомъ между водою и воздухомъ заключается сходство: они не имѣютъ формы. Представляя себѣ, что и вода, и воздухъ состоятъ изъ частицъ (молекулъ), мы можемъ сказать, что въ такихъ тѣлахъ, какъ вода и воздухъ, частицы (молекулы) легко перемѣщаются. Поэтому воду можно „лить“: когда льется вода, перемѣщаются частицы, изъ которыхъ она состоитъ.

Попробуемъ теперь изъ бутылки съ водою вылить половину воды. Тогда вода будетъ занимать уже не половину бутылки, а только четверть ея; у насъ будетъ только четверть бутылки воды. Слѣдовательно, объемъ ея будетъ наполовину меньше. Представимъ себѣ, что какимъ-нибудь способомъ мы могли бы высосать изъ бутылки половину заключавшагося въ ней воздуха. Это можно было бы сдѣлать посредствомъ особаго прибора, называемаго воздушнымъ насосомъ. Въ такомъ случаѣ, оказывается, оставшійся въ бутылкѣ воздухъ займетъ опять все свободное пространство надъ водою. Никакъ нельзя будетъ сдѣлать такъ, чтобы одна часть этого пространства была занята воздухомъ, а въ остальной части ничего бы не было. Чтобы объяснить себѣ такую разницу между водою и воздухомъ, мы должны признать, что частицы

воздуха не только могутъ перемѣщаться, но стремятся даже разойтись и наполнить собою все свободное пространство, частицы же воды такого свойства не обнаруживаютъ. Тѣла, похожія на воду (какъ спиртъ, керосинъ и т. п.),—называются жидкими (или просто „жидкостями“), а тѣла, похожія на воздухъ,—газообразными (или просто „газами“; напримѣръ,—свѣтильный газъ, горящій въ уличныхъ фонаряхъ, или водяной паръ, поднимающійся надъ кипящею водою и расходящійся въ воздухѣ).

Итакъ, тѣла бываютъ въ трехъ состояніяхъ: въ твердомъ, жидкомъ и газообразномъ. Твердыя тѣла сохраняютъ свою форму и объемъ, жидкія же и газообразныя—опредѣленной формы не имѣютъ, при чемъ жидкости сохраняютъ свой объемъ, а газообразныя тѣла стремятся заполнить собою любое пространство, т. е., иначе говоря, они не сохраняютъ своего объема, если ничто не мѣшаетъ ихъ частицамъ расходиться во всѣ стороны.

§ 8. **Сцѣпленіе.**

Для того, чтобы сломать стекло, нужно употребить нѣкоторое усиліе, напримѣръ, ударить по нему, тогда стекло разобьется. Представляя себѣ, что стекло, какъ и всѣ тѣла, состоитъ изъ частицъ (молекулъ, § 6), мы можемъ сказать, что отбивая отъ стекла кусокъ, мы отдѣляемъ отъ него часть частицъ. Раньше эти частицы были соединены съ остальнымъ стекломъ, отдѣляя ихъ, мы употребили усиліе. Значитъ, ихъ связывала съ остальными частицами стекла какая-то сила, которую мы своимъ усиліемъ преодолѣли.

Въ отличіе отъ твердыхъ тѣлъ, жидкое тѣло мы можемъ дѣлить на части, повидимому, безъ всякаго труда. Однако, попробуйте медленно вынимать перо изъ чернилъ: тогда вы замѣтите, какъ за чернилами, приставшими къ перу, тянется еще капля чернилъ (рис. 10). Тоже самое вы увидите, вынимая карандашъ изъ воды или еще лучше изъ жидкаго клея. Это показываетъ, что и въ жидкости частицы соединяетъ другъ съ другомъ какая-то сила. Она-то и заставляетъ жидкость собираться „каплями“ (вспомните, напримѣръ, капли дождя!). Но въ жидкости эта сила дѣйствуетъ несравненно слабѣе, чѣмъ въ твердыхъ тѣлахъ.

Эту силу, дѣйствующую между частицами тѣлъ, называютъ сцѣпленіемъ.

§ 9. Прилипаніе.

Вынимая изъ чернила перо, мы вынимаемъ вмѣстѣ съ нимъ каплю чернилъ. Мы говоримъ: „чернила прилипли къ перу“ (рис. 10). Также прилипаетъ вода къ стеклу, и, когда мы выливаемъ воду изъ стакана, капли ея остаются висѣть на стѣнкахъ стакана.

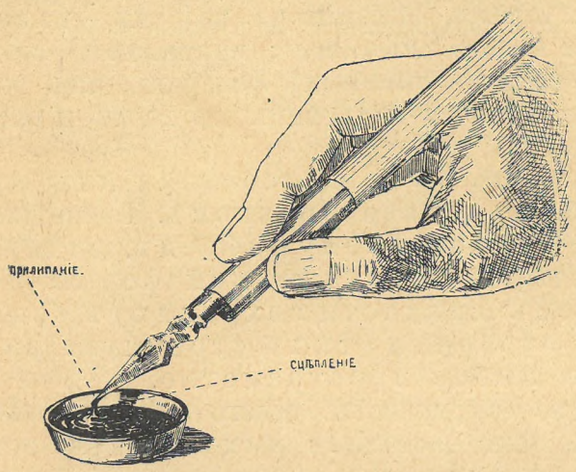


Рис. 10.—Прилипаніе чернилъ къ перу и сцѣпленіе между частицами чернилъ.

Могутъ прилипать и твердые предметы другъ къ другу. Напримѣръ, когда мы ведемъ мѣломъ по классной доскѣ, — мѣлъ оставляетъ за собою бѣлый слѣдъ. Этотъ слѣдъ состоитъ изъ мелкаго порошка мѣла, который „прилипъ“ къ дереву доски.

Зная, что между частицами тѣлъ существуетъ сцѣпленіе, мы можемъ сказать, что прилипаніе есть тоже сцѣпленіе, но только между частицами разнородныхъ тѣлъ. Капля чернилъ удерживается на перѣ „прилипаніемъ“, а частицы чернилъ въ самой каплѣ держатъ другъ друга „сцѣпленіемъ“.

Вамъ, однако, вѣроятно, извѣстно, что не каждая жидкость можетъ смачивать поверхность любого твердаго тѣла. Напримѣръ, если стеклянную палочку обмокнуть въ ртуть, то ртуть не смочитъ ее. Въ такихъ случаяхъ надо признать, что прилипаніе частичекъ жидкости къ твердому тѣлу слабѣе, чѣмъ сцѣпленіе между частицами жидкости. Значитъ, въ нашемъ примѣрѣ—прилипаніе частицъ ртути къ стеклу, когда мы вынимали палочку, не могло оторвать этихъ частицъ отъ другихъ частицъ ртути, т. е. преодолѣть ихъ сцѣпленіе.

§ 10. Волосность *).

Если взять на перо слишкомъ много чернилъ, то часть ихъ капнетъ съ пера, но часть — все-таки останется. Оставшіяся чернила, конечно, имѣютъ нѣкоторый вѣсъ, а между тѣмъ они продолжаютъ висѣть на перѣ, даже и тогда, когда мы поднимаемъ перо быстро кверху. Значитъ, прилипаніе и сцѣпленіе между частицами могутъ сдержать нѣкоторую тяжесть. Зная это, мы можемъ понять почему кляксъ-папиръ, или пропускная бумага впитываетъ въ себя чернила. Чернила къ ней прилипаютъ такъ же хорошо, какъ и къ обыкновенной писчей бумагѣ. Но въ промокательной бумагѣ существуетъ множество мелкихъ поръ. Сила прилипанія тянетъ частицы жидкости въ эти поры. Одна частица, благодаря сцѣпленію, тянетъ за собою другую. Вслѣдствіе этого жидкость устремляется въ поры бумаги и, переходя изъ одной поры въ другую,—расходится по бумагѣ.

*) См. примѣчанія для преподавателей.

Если мы вырѣжемъ изъ пропускной бумаги узкую ленту и, держа за одинъ конецъ ея, опустимъ другой конецъ въ чернила, то мы увидимъ, какъ чернила, пропитывая бумагу, поднимутся по ней на нѣкоторую высоту кверху. Очевидно, и тутъ прилипаніе и сцѣпленіе поднимаютъ ихъ кверху.

Если опустить въ воду (или въ чернила, чтобы было виднѣе) вмѣсто пропускной бумаги кончикъ очень тонкой стеклянной трубки, то мы замѣтимъ, что жидкость сама собою поднимется въ трубкѣ на нѣкоторую высоту (рис. 11). И въ этомъ опытѣ тяжесть столбика воды въ трубкѣ будетъ сдерживаться—также силою прилипанія и сцѣпленія. Чѣмъ тоньше трубка, тѣмъ, конечно, столбикъ воды въ ней будетъ уже и, слѣдовательно, легче. Поэтому въ болѣе тонкихъ трубкахъ вода поднимается выше.

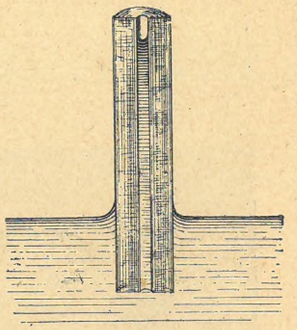


Рис. 11.—Волосность. Разрѣзанная вдоль волосная трубка съ поднявшейся въ ней водой. (Увеличено).

Если узкую стеклянную трубку опустить не въ воду, а въ ртуть, то ртуть въ ней не только не будетъ подниматься, но, наоборотъ, понизится. Объясняется это тѣмъ, что сила прилипанія ртути къ стеклу, какъ намъ извѣстно, такъ слаба, что не можетъ преодолѣть силы сцѣпленія, которая препятствуетъ частицамъ ртути входить въ узкую стеклянную трубку.

Такія тонкія, какъ волоски, трубки называются „волосными“. Поэтому описанное поднятіе или опусканіе жидкости въ волосныхъ трубкахъ—получило названіе волосности.

§ 11. Переходъ тѣлъ изъ одного состоянія въ другое.

Каждый знаетъ, что отъ холода вода замерзаетъ и становится льдомъ: жидкая вода превращается въ твердый ледъ. Затѣмъ, вы знаете, что вода, высыхая или испаряясь, становится невидимой; высыхающая вода улетаетъ въ воздухъ. Она смѣшивается съ воздухомъ и становится газомъ. Изъ этого вы ви-

дите, что одно и то же тѣло, вода, можетъ быть не только твердымъ, т. е. льдомъ, или жидкимъ, но и похожимъ на воздухъ, т. е. газообразнымъ.

Воздухъ можно также остудить и сжать такъ, что онъ станетъ жидкимъ, похожимъ на воду, а жидкій воздухъ можно „заморозить“ и превратить его въ твердое тѣло.

Твердое стекло при достаточномъ нагрѣваніи плавится и становится жидкимъ. Многія стеклянныя вещи на стеклянныхъ заводахъ не выдуваютъ, а отливаютъ изъ стекла (литое стекло).

Изъ сказаннаго видно, что состояніе тѣлъ измѣняется, и тѣла переходятъ изъ одного состоянія въ другое подъ вліяніемъ нагрѣванія или охлажденія. Замѣтимъ, однако, что не всѣ тѣла могутъ измѣнять свое состояніе (напримѣръ, дерево нельзя сдѣлать ни жидкимъ, ни газообразнымъ).

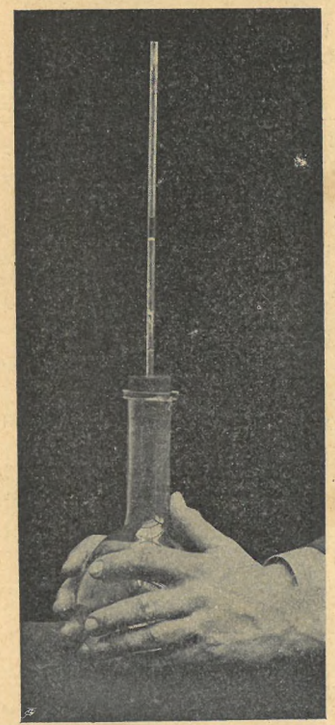


Рис. 12. — Расширяющійся отъ теплоты рукъ воздухъ въ колбѣ поднимаетъ каплю жидкости въ трубкѣ. (По фотографіи).

§ 12. Расширеніе тѣлъ отъ нагрѣванія и сжатіе ихъ отъ охлажденія.

Если у васъ есть старый резиновый мячъ, сдѣлавшійся уже мягкимъ, то попробуйте положить его въ теплую печь; мячикъ раздуется и сдѣлается на время снова твердымъ. Значитъ, воздухъ, находящійся въ мячикѣ, отъ нагрѣванія расширился, т. е., иначе говоря, занялъ больше мѣста и поэтому растянулъ стѣнки мячика. Когда мячикъ охладится, то объемъ воздуха въ немъ снова сдѣлается меньше.

Расширеніе воздуха отъ нагрѣванія можно доказать еще слѣдующимъ образомъ. Берутъ большую колбу, горлышко ея плотно затыкаютъ пробкою,

сквозь которую просунута узенькая стеклянная трубка съ капелькою жидкости внутри. Если эту колбу нагрѣвать, хотя бы прямо теплыми руками (рис. 12), — то видно, какъ капелька жидкости поднимается по трубкѣ кверху. Почему? Потому, что воздухъ отъ нагрѣванія расширяется и толкаетъ капельку жидкости. Значитъ, если колбу или другой сосудъ нагрѣвать, не закупоривъ ихъ, то часть воздуха изъ нихъ выйдетъ. Въ нихъ останется воздуха меньше, чѣмъ было раньше.

Убѣдиться въ этомъ очень легко. Возьмемъ пустую колбу безъ пробки и погрузимъ всю ее внизъ горлышкомъ въ большой тонкостѣнный стаканъ съ водою. Мы знаемъ, что вода перевернутую такъ колбу не наполнитъ, потому что въ ней находится воздухъ. Будемъ теперь нагрѣвать воду въ стаканѣ. Отъ воды будетъ нагрѣваться воздухъ въ колбѣ. Онъ будетъ расширяться, и мы увидимъ, какъ часть его будетъ выходить пузырьками изъ колбы (рис. 13).

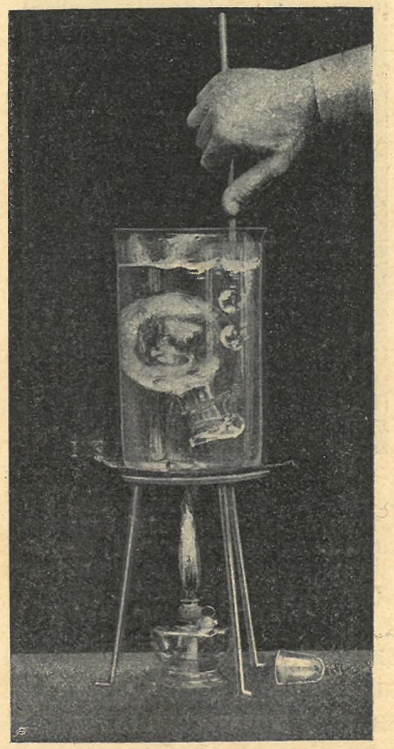


Рис. 13.—Воздухъ въ колбѣ, погруженной внизъ горлышкомъ въ горячую воду, расширяется и отчасти выходитъ наружу. (По фотографіи).

Если нашу колбу съ трубкой (рис. 12) мы наполнимъ до краевъ комнатною водою и будемъ ее нагрѣвать (рис. 14), то можно будетъ видѣть, что вода изъ колбы начнетъ подниматься по трубкѣ кверху. Значитъ, воды въ колбѣ какъ будто сдѣлалось больше: вся она въ колбѣ уже не можетъ помѣститься, и часть ея выходитъ изъ колбы въ трубку. Иными словами, наша вода расширилась. Наоборотъ, если эту колбу охлаждать (напримѣръ, опустивъ въ тазъ съ кусками льда), то вода въ трубкѣ будетъ опускаться. Слѣдовательно,

вода въ колбѣ начнетъ сжиматься, ея будетъ становиться какъ будто меньше. Эти опыты показываютъ, что вода, какъ и воздухъ, отъ нагрѣванія расширяется, а отъ охлажденія сжимается.

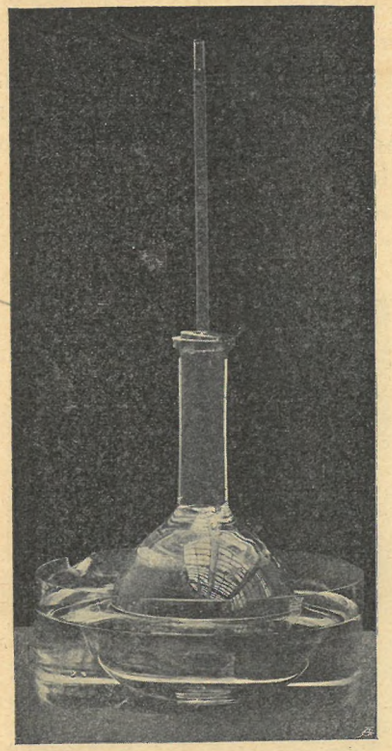


Рис. 14.—Колба съ холодною водой поставлена въ чашку съ горячею водою; вода въ колбѣ отъ нагрѣванія расширяется и поднимается по трубкѣ, продѣтой сквозь пробку. (По фотографіи).

Воздухъ — газообразное тѣло, вода—жидкое. Сдѣлаемъ теперь опытъ съ твердымъ тѣломъ. Вобьемъ въ дощечку два гвоздика на такомъ разстояніи другъ отъ друга, чтобы между ними съ трудомъ проходила положенная на эту дощечку какая-нибудь монета, напримѣръ, мѣдный пятачокъ (рис. 15). Затѣмъ нагрѣемъ эту монету на огнѣ и попробуемъ опять просунуть ее между гвоздиками, пока она еще горяча. Мы увидимъ, что наша монета не пройдетъ. Она не будетъ проходить до тѣхъ поръ, пока не охладится. Значитъ, отъ нагрѣванія она расширилась, сдѣлалась больше, а при охлажденіи она снова сжалась, сдѣлалась меньше. Еще лучше сдѣлать опытъ, изображенный на рис. 16.

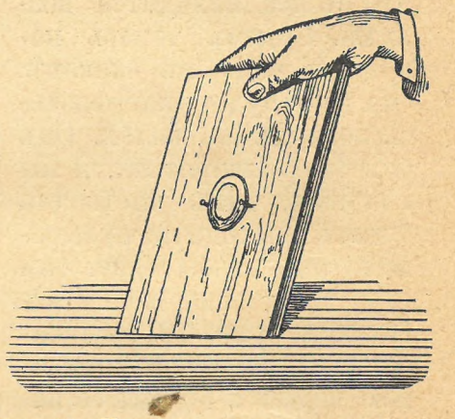


Рис. 15.—Нагрѣтая монета не проходитъ между вбитыми въ доску гвоздиками, между которыми она раньше, до нагрѣванія—проходила.

Итакъ, тѣла отъ нагрѣванія и охлажденія измѣняютъ свой объемъ: отъ нагрѣванія они расширяются, а отъ охлажденія сжимаются, т. е. частицы (молекулы) ихъ въ первомъ случаѣ раздвигаются, во второмъ случаѣ—сближаются*).

Количество частицъ, изъ которыхъ состоитъ какой-нибудь предметъ, при этомъ не увеличивается и не уменьшается. Если бы было иначе, то при расширеніи предмета онъ долженъ былъ бы увеличиваться въ вѣсѣ, а при сжатіи предмета — уменьшаться въ вѣсѣ. Помощью вѣсовъ мы можемъ убѣдиться, что вѣсъ колбы съ водою, а также и другихъ предметовъ, ни послѣ нагрѣванія, ни послѣ охлажденія ихъ—не измѣнится. Измѣняется только объемъ. А если такъ, то долженъ измѣняться также и удѣльный вѣсъ тѣла (плотность тѣла): при нагрѣваніи и расширеніи тѣла удѣльный вѣсъ долженъ уменьшаться, а при охлажденіи и уменьшеніи объема его—увеличиваться.

Рис. 16.—Нагрѣтый металлическій шаръ не проходитъ въ кольцо, въ которое проходилъ до нагрѣванія.

§ 13. Холодъ и тепло. Температура.

Мы называемъ одни предметы холодными, а другіе теплыми или горячими. Напримѣръ, про снѣгъ мы говоримъ, что онъ холоденъ, а про растопленный воскъ, что онъ горячъ.

Но, въ сущности, холодъ не представляетъ чего-либо отличнаго отъ жара. Когда мы называемъ предметъ холоднымъ, то это значитъ только то, что въ немъ меньше тепла, чѣмъ въ нашемъ тѣлѣ или въ пальцахъ нашей руки, которыми прикасаемся къ предмету. И въ самомъ дѣлѣ: одинъ и тотъ же предметъ можетъ казаться намъ и холоднымъ, и теплымъ. Напримѣръ, не нагрѣтая вода намъ кажется холодною, но если мы подержимъ сначала нѣкоторое время руку въ очень холодной водѣ,

*) Надо замѣтить, что и у охлаждаемыхъ газообразныхъ тѣлъ частицы стремятся разойтись, но это стремленіе по мѣрѣ охлажденія дѣлается слабѣе, по мѣрѣ нагрѣванія—сильнѣе (см. „Воздухъ“, главу II, §§ 1 и 2).

то та вода, которая раньше казалась намъ холодною, теперь покажется намъ теплою.

Сравнивая холодныя и теплыя тѣла съ нашимъ тѣломъ, мы поступаемъ, въ сущности, такимъ же образомъ, какъ при сравненіи предметовъ по ихъ положенію: про одни предметы мы говоримъ, что они лежатъ или находятся „высоко“, про другіе,—что они помѣщены „низко“. Все что выше насъ — будетъ высоко, все что ниже насъ — будетъ низко. Если мы сами будемъ подниматься, то „высокое“ для насъ будемъ становиться „низкимъ“, если же мы будемъ опускаться, то „низкое“ станетъ для насъ „высокимъ“. Для того, чтобы точно опредѣлить, на какой высотѣ находятся предметы, нужно условиться, отъ какого предмета или отъ какого уровня мы будемъ считать. Такъ, напримѣръ, при измѣреніи высоты горъ принято считать ихъ высоту отъ уровня моря, предполагая, что уровень моря всегда остается однимъ и тѣмъ же. Уровень, отъ котораго мы считаемъ, мы называемъ нулевымъ.

Такимъ же образомъ про теплыя и холодныя тѣла мы можемъ сказать, что они отличаются другъ отъ друга тѣмъ, что уровень теплоты у однихъ выше, а у другихъ ниже. Этотъ уровень (или степень) теплоты называется температурою.

§ 14. Измѣреніе температуры. Термометръ.

Приборъ для измѣренія температуры называется градусникомъ, или термометромъ*) (рис. 17). Въ стеклянномъ шарикѣ обыкновеннаго комнатнаго термометра налита ртуть. Отъ шарика кверху идетъ тонкая стеклянная трубка, запаянная вверху. Когда въ комнатѣ дѣлается теплѣе, ртуть нагрѣвается, и поэтому расширяется. Расширяясь, она поднимается по трубкѣ кверху. Наоборотъ,—охлаждаясь, ртуть сокращается, и поэтому идетъ по трубкѣ книзу. Сбоку трубки, на доскѣ термометра, находится скала съ дѣленіями и цифрами, называемыми градусами. (Слово „градусъ“ для сокращенія изображаютъ ноликомъ (^{0}) справа вверху цифры градуса). Дѣленія на градусы на обыкновенныхъ термометрахъ наносятся слѣдующимъ образомъ. Термометръ опускаютъ въ тающій ледъ. Ртуть сначала быстро опускается, но затѣмъ останавливается на нѣкоторой высотѣ. На этой высотѣ она будетъ оставаться, пока весь ледъ не растаетъ, потому что температура тающаго льда не измѣняется. Эту температуру принято считать нулемъ. Поэтому на скалѣ противъ мѣста, на которомъ остановилась ртуть, проводятъ черточку и ставятъ цифру 0.

*) „Термометръ“ по-русски значитъ: „измѣритель тепла“

Затѣмъ термометръ вынимаютъ изо льда и опускаютъ въ кипящую воду*). Здѣсь ртуть быстро повышается, но тоже, дойдя до нѣкоторой высоты,—останавливается, потому что, пока кипитъ вода, температура воды не измѣняется. Опять проводятъ черточку противъ мѣста, на которомъ стоитъ ртуть, и ставятъ возлѣ черточки или цифру 80, или цифру 100. Въ первомъ случаѣ разстояніе между этой черточкою и нижнею, гдѣ былъ поставленъ 0, дѣлятъ на 80 равныхъ частей, а во второмъ—на 100. Первый термометръ называется восьмидесятиградуснымъ или термометромъ Реомюра, а второй — стоградуснымъ или термометромъ Цельзія**); 100 градусовъ по термометру Цельзія все равно, что 80 градусовъ по термометру Реомюра (значитъ, 50^0 Цельзія$=40^0$ Реомюра, 25^0 Цельзія$=20^0$ Реомюра и т. д.). Термометръ Реомюра употребляютъ у насъ для измѣренія температуры въ комнатахъ или на улицѣ; при научныхъ работахъ обыкновенно пользуются термометромъ Цельзія.

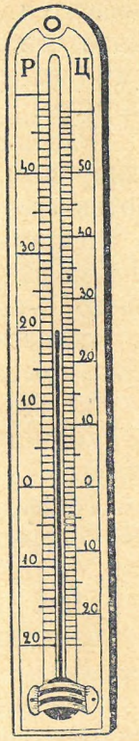


Рис. 17.—Термометръ. Справа—скала Реомюра, слѣва—Цельзія.

Итакъ, при измѣреніи температуры нулевымъ уровнемъ тепла принято считать температуру таянія льда.

2^0 тепла — это значитъ „два градуса выше нуля“,

2^0 холода — это значитъ „два градуса ниже нуля“.

*) Точнѣе—въ пары кипящей воды.

**) Реомюръ—извѣстный французскій ученый, Цельзій—извѣстный шведскій ученый.

§ 15. Явленія физическія и химическія.

Въ природѣ постоянно происходятъ измѣненія, или явленія. Нѣкоторыя измѣненія происходятъ быстро и бросаются въ глаза, другія — медленно, незамѣтно, но ничто вокругъ насъ не остается безъ измѣненія. Все измѣняется, и въ этихъ измѣненіяхъ выражается жизнь природы.

Разсматривая эти измѣненія, мы можемъ замѣтить между ними большую разницу. Напримѣръ, когда нагрѣвается кусокъ желѣза, то желѣзо отъ нагрѣванія прежде всего расширяется, затѣмъ, если жаръ достаточно силенъ, желѣзо становится краснымъ и начинаетъ свѣтиться; наконецъ,—оно плавится и изъ твердаго тѣла превращается въ жидкость. Однако, несмотря на всѣ эти измѣненія, желѣзо остается желѣзомъ. Иное дѣло, если желѣзо ржавѣетъ. Здѣсь оно не остается желѣзомъ, а превращается въ землистое вещество желтаго цвѣта, называемое ржавчиной.

Такимъ образомъ, при однихъ явленіяхъ — вещества, изъ которыхъ состоитъ тѣло или тѣла, могутъ измѣнять свой видъ, но не превращаются въ какія-нибудь новыя вещества. При другихъ же явленіяхъ съ различными веществами происходитъ превращеніе ихъ въ новыя вещества.

Первыя явленія называются физическими, вторыя — химическими, потому что первыми явленіями занимается наука физика, а вторыми — наука химія. — Въ природѣ физическія и химическія явленія тѣсно связаны между собою: нельзя найти такія химическія измѣненія, вмѣстѣ съ которыми не происходили бы и физическія измѣненія.

---

1. Почему вода не вливается въ пустую бутылку черезъ узкую плотно вставленную воронку? Что называется объемомъ тѣлъ? Какая разница между названіями: „объемъ“ и „протяженность“?

2. Почему натягивается шнурокъ, къ которому привѣшена гиря? Существуютъ ли „невѣсомыя“ тѣла, т. е. тѣла, не имѣющія вѣса?

3. Назовите какія вамъ извѣстны мѣры вѣса.

4. Что плотнѣе—желѣзо или дерево? Что называется удѣльнымъ вѣсомъ? Чему равенъ удѣльный вѣсъ воды?

5. Что называется сжимаемостью тѣлъ?

6. Почему однимъ кускомъ мѣла можно выбѣлить цѣлую стѣну? Принимая составъ тѣла изъ частицъ, объясните, что происходитъ при смѣшеніи воды и спирта другъ съ другомъ. Что называется „дѣлимостью“ и „скважностью“ тѣлъ?

7. Приведите примѣры твердыхъ, жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ. Почему мы держимъ жидкости въ сосудахъ? Почему пролитая вода—расплывается въ разныя стороны? Чѣмъ отличаются твердыя тѣла отъ жидкихъ, а жидкія отъ газообразныхъ?

8. Что называется сцѣпленіемъ? Почему масло собирается въ болѣе крупныя капли, чѣмъ вода? Почему двигать рукою въ водѣ труднѣе, чѣмъ въ воздухѣ?

9. Приведите примѣры прилипанія. Какая разница между сцѣпленіемъ и прилипаніемъ? Почему капля воды не держится на палочкѣ, намазанной жиромъ? Почему карандашъ пишетъ?

10. Почему вода въ стаканѣ стоитъ немного выше у стѣнокъ его, чѣмъ по срединѣ? Что называется волосными трубками? Почему вода поднимается въ волосныхъ трубкахъ? Почему керосинъ поднимается по фитилю лампы? Почему дождевая вода впитывается землею? Почему дерево въ водѣ разбухаетъ?

11. Какія три состоянія тѣлъ вамъ извѣстны? Почему сырое бѣлье высыхаетъ на открытомъ воздухѣ? Почему мягкій хлѣбъ, выставленный на морозъ, твердѣетъ?

12. Какъ дѣйствуютъ на объемъ тѣлъ нагрѣваніе и охлажденіе? Зачѣмъ, укладывая на желѣзно-дорожномъ полотнѣ (пути) рельсы, между концами ихъ оставляютъ небольшія промежутки? Почему холодная стеклянная посуда часто лопается, если въ нее сразу наливаютъ горячую воду? Почему кузнецъ разогрѣваетъ желѣзный ободъ (шину), набивая его на колесо? Почему телеграфныя и телефонныя проволоки въ морозъ натягиваются, а лѣтомъ въ жаркую погоду отвисаютъ? Почему при нагрѣваніи и охлажденіи предмета измѣняется его удѣльный вѣсъ? Почему теплый воздухъ легче холоднаго?

13. Чѣмъ отличаются холодныя отъ теплыхъ тѣлъ? Что называется температурою?

14. Для чего употребляются термометры? Какъ отмѣчаются на нихъ градусы? Какія бываютъ термометры? Сколько градусовъ долженъ показывать въ комнатѣ термометръ Цельзія, если термометръ Реомюра показываетъ 16 градусовъ тепла?

15. Какія явленія называется химическими? Какія физическими? Приведите примѣры извѣстныхъ вамъ физическихъ явленій. Физическое или химическое явленіе — испареніе воды?

Воздухъ.

I.—Общее знакомство съ воздухомъ.

§ 1. Доказательства существованія воздуха.

Безъ воздуха человѣкъ не могъ бы обойтись ни одной минуты. Имъ мы дышимъ, а дыханіе необходимо для нашей жизни. Если человѣкъ, переставшій дышать, не сразу умираетъ, то это только потому, что внутри него все-таки остается немного воздуха, которымъ нѣсколько времени онъ можетъ пользоваться.

Махните рукою или еще лучше тетрадью надъ столомъ, на которомъ лежатъ листики бумаги. Вы увидите, какъ они двинутся, а можетъ быть и слетятъ со стола. Почему? — Потому что, взмахнувъ тетрадью, вы толкнули воздухъ, а воздухъ, придя въ движеніе, — толкнулъ легкіе листки бумаги и сдвинулъ ихъ со стола. Это убѣждаетъ насъ, что вокругъ насъ есть воздухъ, хотя мы его и не видимъ, потому что онъ прозраченъ. Мы ощущаемъ его, однако, когда онъ двигается, потому что при движеніи онъ трется о наше тѣло, двигаетъ наши волосы или платье. Мы называемъ быстро двигающійся воздухъ — вѣтромъ.

§ 2. Атмосфера. Вѣсъ воздуха.

Вы уже знаете, что воздухъ представляетъ газообразное тѣло, а частицы всякаго такого тѣла стремятся разойтись и наполнить собою все свободное пространство. Поэтому воздухъ есть всюду, куда только онъ можетъ проникнуть. Удерживаясь возлѣ земли, какъ всякое тѣло,

своею тяжестью (вѣсомъ, см. „Общее знакомство съ тѣлами“, § 2), онъ окружаетъ собою всю землю, и этотъ воздушный слой мы называемъ „атмосферою“. Онъ идетъ кверху на десятки верстъ. Нѣтъ такой высокой горы, которая своею вершиною поднималась бы выше атмосферы.

Воздухъ очень легокъ. Обыкновенный воздухъ примѣрно въ 770 разъ легче воды. Значитъ, сорокаведерная бочка воздуха вѣситъ почти столько, сколько одна бутылка воды.

§ 3. Цвѣтъ воздуха. Небо.

Хотя прозрачный воздухъ, окружающій насъ, кажется намъ совершенно безцвѣтнымъ, но въ дѣйствительности воздухъ имѣетъ цвѣтъ. Если бы онъ не имѣлъ цвѣта, то небо казалось бы намъ не голубымъ, а чернымъ. Какъ стѣна дома отражаетъ отъ себя падающій на нее свѣтъ, такъ и воздухъ отбрасываетъ отъ себя часть солнечнаго свѣта. Мы видимъ сводъ, окрашенный въ этотъ голубой цвѣтъ, и называемъ его небомъ.

Если бы атмосфера какимъ-нибудь чудомъ изчезла, то надъ нашими головами вмѣсто красиваго голубого небеснаго купола зіяла бы, какъ ночью, черная пропасть, усѣянная звѣздами. Днемъ мы не видимъ звѣздъ, но не потому, что ихъ нѣтъ надъ нами, а потому, что само небо, освѣщенное солнцемъ, свѣтится. За его голубымъ свѣтомъ мы не замѣчаемъ слабаго мерцанія звѣздъ.

1. Какъ доказать, что вокругъ насъ есть воздухъ? Что такое вѣтеръ? Почему, когда мы машемъ листомъ бумаги, бумага изгибается то въ ту, то въ другую сторону? Почему пущенная изъ ружья пуля жужжитъ во время полета?
2. Что называется атмосферой? Что удерживаетъ атмосферу возлѣ земли? Какъ велика плотность обыкновеннаго воздуха?
3. Что такое небо?

II.—Давленіе и движеніе атмосфернаго воздуха.

§ 1. О сжиманіи и давленіи газовъ.

Нашъ опытъ съ сжиманіемъ воздуха въ стеклянной трубкѣ (рис. 8 и 9) показалъ намъ, что сжатый воздухъ стремится снова расшириться, т. е. принять свой первоначаль-

ный объемъ. Слѣдовательно, сжатый воздухъ давитъ на все, что мѣшаетъ его расширенію,—на все, что его окружаетъ или что онъ самъ окружаетъ.

Сдѣлаемъ еще такой опытъ. Нальемъ колбу наполовину водой. Въ пробку ея вставимъ трубку съ узенькимъ кончикомъ такой длины, чтобы нижній конецъ трубки, когда закупорена колба, опускался въ воду. Закупоривъ колбу какъ можно плотнѣе, возьмемъ конецъ трубки въ губы и будемъ вдувать черезъ него, насколько хватитъ силъ, воздухъ. Мы увидимъ по пузырькамъ воздуха, проходящимъ черезъ воду, что воздухъ войдетъ въ колбу. Этотъ воздухъ будетъ сжатъ, потому что онъ помѣстился въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ уже раньше былъ не сжатый воздухъ. Если теперь мы перестанемъ дуть въ трубку, то изъ нея будетъ бить фонтанчикъ воды (рис. 18). Онъ будетъ бить до тѣхъ поръ, пока вода въ колбѣ немного не понизится, т. е., иначе говоря, пока воздухъ, находящійся надъ водой, не расширится.

Рис. 18.—Сжатый въ колбѣ воздухъ выбрасываетъ изъ нея фонтанчикъ воды.

Итакъ, сжатый воздухъ (какъ и всякій другой газъ), давитъ на все, что мѣшаетъ его расширенію, и чѣмъ больше онъ сжатъ, тѣмъ, конечно, сильнѣе должно быть и его давленіе.

§ 2. Давленіе атмосфернаго воздуха.

Нальемъ рюмку или стаканъ до краевъ водой и прикроемъ его кусочкомъ картона или игральной картой. Потомъ, придерживая покрышку пальцемъ, перевернемъ стаканъ вверхъ дномъ. Теперь можно отнять отъ покрышки палецъ, и покрышка не упадетъ, а вода не выльется изъ стакана (рис. 19). Почему?—Попробуемъ это понять. Въ стаканѣ находится вода. Она имѣетъ нѣкоторый вѣсъ. Слѣдовательно, она должна давить на покрышку, когда стаканъ перевернутъ. Если покрышка все-таки не отпадаетъ, то, значитъ, на нее давитъ что-то снизу сильнѣе, чѣмъ вода сверху, и это „что-то“ прижимаетъ покрышку къ стакану. Но снизу покрышки ничего нѣтъ, кромѣ воздуха. Не онъ ли давитъ въ нашемъ опытѣ на покрышку?

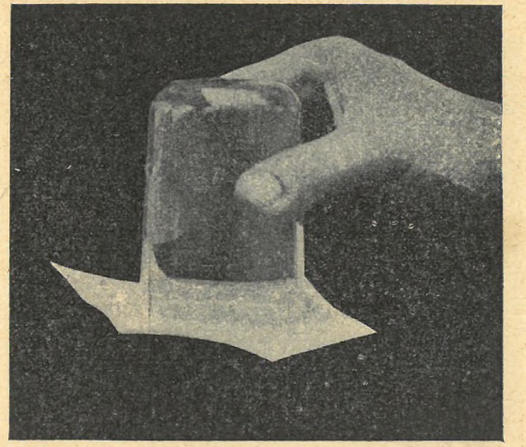


Рис. 19.—Давленіе воздуха удерживаетъ покрышку стакана. (По фотографіи).

Чтобы рѣшить это, сдѣлаемъ другой опытъ.

Возьмемъ вмѣсто стакана воронку, какъ показано на рисункѣ 20-мъ. Какъ только мы отнимемъ палецъ (см. рисунокъ 21) и допустимъ что воздухъ давитъ не только снизу на покрышку, но и сверху черезъ узкій конецъ воронки на воду,—покрышка сразу отпадетъ (рис. 21).

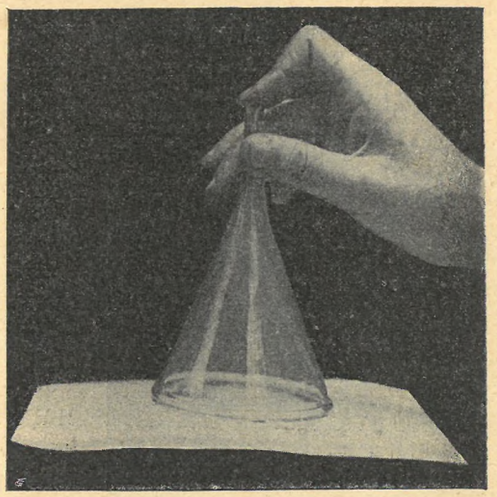


Рис. 20.—Давленіе воздуха удерживаетъ покрышку воронки. (По фотографіи).

Итакъ, наши опыты показываютъ намъ, что не только сжатый нами воздухъ, но и обыкновенный, атмосферный воздухъ, который находится вокругъ насъ, давитъ на все, что онъ окружаетъ.

Вотъ еще простой опытъ, показывающій давленіе атмосфернаго воздуха:

На нашемъ рисункѣ (рис. 22) изображена колба, въ пробку которой плотно вставлена трубка. Внутрь колбы положенъ резиновый пузырь, наполненный обыкновеннымъ атмосфернымъ воздухомъ. Внутри колбы находится такой же воздухъ. Онъ давитъ во всѣ стороны такъ же сильно, какъ и воздухъ въ пузырѣ, поэтому резиновый пузырь не раздувается и не съеживается. Это все равно, что сдавливать между двумя пальцами листъ бумаги: бумага не будетъ выгибаться ни въ ту, ни въ другую сторону.

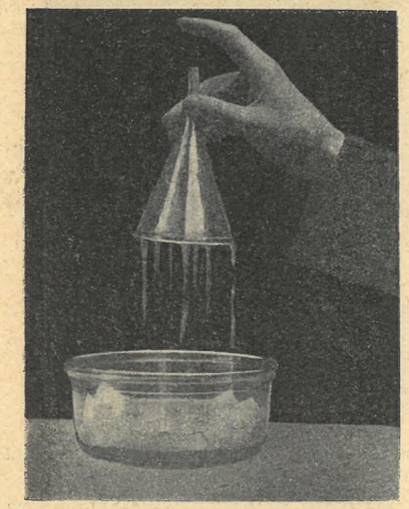


Рис. 21.—Покрышка воронки падаетъ, какъ только будетъ отнятъ палецъ отъ узкаго кончика воронки (ср. рис. 20). (По фотографіи).

Попробуемъ теперь черезъ трубку высасывать изъ колбы воздухъ. Мы сейчасъ же увидимъ, что пузырь начнетъ раздуваться. Когда мы высасываемъ воздухъ изъ колбы, то воздуха въ колбѣ становится меньше. Поэтому онъ начинаетъ давить на стѣнки пузыря слабѣе. И вотъ пузырь начинаетъ раздуваться, и, такимъ образомъ, обнаруживается давленіе находящагося въ немъ обыкновеннаго атмосфернаго воздуха.

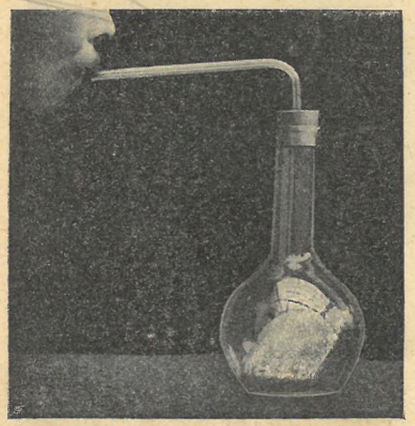


Рис. 22.—Изъ колбы вытягивается воздухъ; воздухъ, находящійся въ пузырѣ, раздуваетъ его. (По фотографіи).

Изъ сказаннаго легко понять, почему вода не выливается изъ перевернутой открытой бутылки, горлышко которой опущено въ чашку съ водою же. Вода не можетъ выйти изъ бутылки потому, что наружный воздухъ давитъ на воду въ чашкѣ и гонитъ ее въ бутылку.

§. 3. Причина давленія атмосфернаго воздуха.

Слой атмосферы идетъ вверхъ надъ землею на многія версты. Какъ ни легокъ воздухъ, а все-таки такой толстый слой его долженъ имѣть значительную тяжесть. На тотъ воздухъ, который находится возлѣ самой земли, давитъ своею тяжестью весь слой атмосферы. Вы уже знаете, что давленіемъ можно сжать воздухъ. Поэтому воздухъ возлѣ земли долженъ быть сжатъ. Его сжимаетъ тяжесть вышележащаго воздуха. Если, однако, воздухъ будетъ сжатъ, то онъ долженъ, какъ мы знаемъ, давить на все, что онъ окружаетъ. Такимъ образомъ, причина давленія атмосфернаго воздуха во всѣ стороны должна заключаться въ томъ, что онъ сжатъ.

Вѣрность такого предположенія доказывается тѣмъ, что чѣмъ выше надъ землею, тѣмъ давленіе атмосфернаго воздуха становится слабѣе. Такъ оно и должно быть, потому что, чѣмъ выше мы поднимаемся надъ землею, тѣмъ меньшей толщины слой атмосферы будетъ оставаться еще надъ нами, и, стало быть, тѣмъ легче будетъ этотъ слой. Значитъ, въ высотѣ воздухъ долженъ быть менѣе сжатъ, а чѣмъ ближе къ землѣ, тѣмъ—сильнѣе. Сжимаетъ воздухъ его собственная тяжесть.

Болѣе сжатый воздухъ мы называемъ болѣе плотнымъ, менѣе сжатый—болѣе рѣдкимъ (менѣе плотнымъ). Съ поднятіемъ надъ землею становится все труднѣе и труднѣе дышать, потому что воздухъ дѣлается все болѣе и болѣе рѣдкимъ.

§ 4. Измѣреніе атмосфернаго давленія. Барометръ.

Когда мы переворачивали стаканъ съ водою, покрытый кускомъ картона, покрышку стакана держало давленіе воздуха (см. § 2). Значитъ, это давленіе было больше давленія, производимаго вѣсомъ воды. Предположимъ, что вмѣсто стакана у насъ будетъ длинная трубка, открытая только съ одного конца. Трубку можно взять какой угодно длины. Чѣмъ длиннѣе она, тѣмъ длиннѣе столбъ воды, находящейся въ трубкѣ, и тѣмъ сильнѣе, слѣдовательно, вода должна давить на картонную покрышку, когда трубка повернута отверстіемъ книзу. Если брать все болѣе

и болѣе длинную трубку, то давленіе воды преодолѣетъ, наконецъ, давленіе воздуха, и покрышка отпадетъ. Чтобы узнать силу давленія этой воды на покрышку, а, значитъ,—и силу давленія атмосфернаго воздуха,—стоитъ только измѣрить высоту столба воды, находившейся въ трубкѣ. Оказалось, что надо взять для этого трубку длиною почти въ пять саженей. Такая трубка была бы высотою почти въ трехъ-этажный домъ (рис. 23).

Есть, однако, жидкости, которыя тяжелѣе воды. Вмѣсто воды берутъ для измѣренія давленія атмосферы очень тяжелую жидкость, а именно, жидкій металлъ—ртуть.

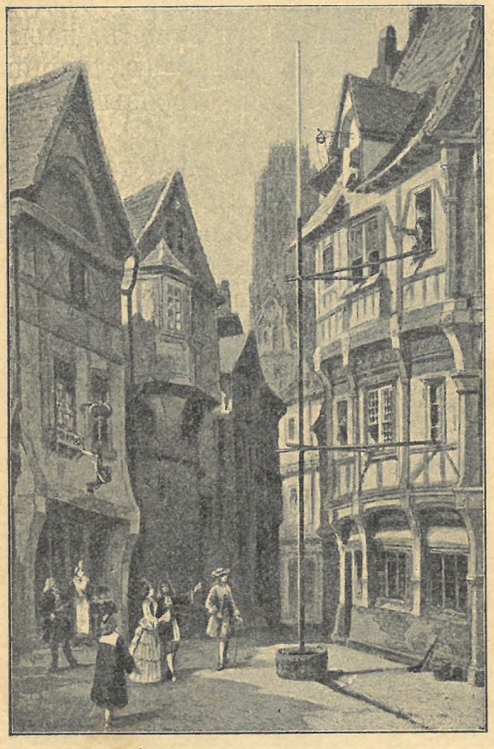


Рис. 23. - Столбъ воды въ трубкѣ, уравновѣшиваемый воздушнымъ давленіемъ.

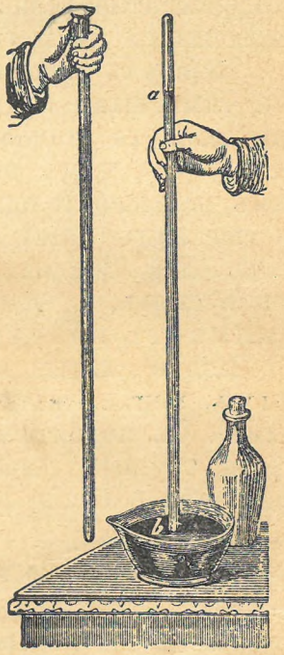


Рис. 24.—Столбъ ртути, уравновѣшенный воздушнымъ давленіемъ.

Ртуть болѣе чѣмъ въ тринадцать разъ тяжелѣе воды. Поэтому и трубку надо взять въ тринадцать слишкомъ разъ короче 5 саженей, т. е. немногимъ длиннѣе аршина (рис. 24).

Приборъ для измѣренія атмосфернаго давленія называется „барометромъ“ *). Простой ртутный барометръ изображенъ на нашемъ рисункѣ (рис. 25). Главная часть его состоитъ изъ стеклянной трубки, запаянной у верхняго своего конца. Длина трубки больше аршина. Если такую трубку всю наполнить ртутью, а затѣмъ перевернуть запаяннымъ концомъ кверху и опустить другимъ концомъ въ чашку съ ртутью же (рис. 24), то часть ртути изъ трубки выльется, но не вся. Вы теперь знаете,—почему воздухъ давитъ на ртуть въ чашечкѣ и вталкиваетъ ртуть трубки къ запаенному концу ея. Чѣмъ сильнѣе онъ давитъ, тѣмъ выше онъ можетъ поднять ртуть, чѣмъ слабѣе,—тѣмъ ниже. Намъ уже извѣстно, что чѣмъ выше надъ землею, тѣмъ давленіе атмосферы становится слабѣе. Поэтому, если подниматься съ барометромъ на высоту, напримѣръ всходить на гору, то ртуть въ трубкѣ его должна опускаться, т. е. столбикъ ртути въ трубкѣ долженъ становиться короче. Такимъ образомъ, слѣдя за ртутью въ трубкѣ барометра, мы можемъ судить о высотѣ, на которую мы поднялись. Чтобы можно было видѣть, какъ ртуть въ трубкѣ барометра то поднимается, то снова опускается, возлѣ трубки находится линейка съ дѣленіями; по дѣленіямъ можно замѣчать, какъ высоко стоитъ ртуть въ трубкѣ.

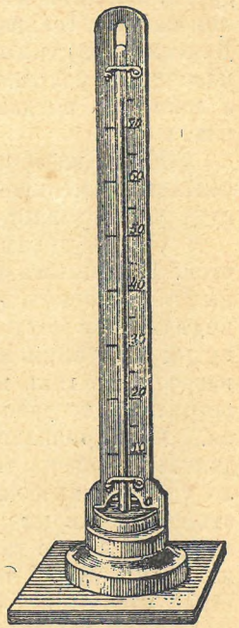


Рис. 25.—Барометръ.

§ 5. Зависимость давленія газа отъ движенія его частицъ.

Какъ извѣстно, газы отличаются отъ другихъ тѣлъ тѣмъ, что частицы ихъ стремятся расходиться во всѣ стороны (см. „Общее знакомство съ тѣлами“, § 7) **).

Если газъ заключенъ въ какомъ-нибудь сосудѣ, то частички его, прилегающія къ стѣнкамъ сосуда, расходясь во всѣ стороны и

*) „Барометръ“ по-русски значитъ „измѣритель тяжести“.

**) Частички жидкихъ и твердыхъ тѣлъ также не стоятъ на одномъ мѣстѣ, а двигаются одна возлѣ другой, но движеніе ихъ ограничено. При нагрѣваніи тѣла оно усиливается, при охлажденіи—уменьшается (см. „Вода“, III, § 4).

натыкаясь на стѣнки сосуда, будутъ ударять въ нихъ. Ударъ каждой мельчайшей частицы, конечно, ничтоженъ. Но удары многихъ милліоновъ частицъ вмѣстѣ могутъ уже ощущаться. Всѣ эти удары вмѣстѣ мы называемъ давленіемъ газа.

Признавъ это, мы поймемъ, что происходитъ въ сосудѣ, въ которомъ сжимаютъ газъ. При сжиманіи газа, объемъ его уменьшается и частицы его сближаются, располагаются тѣснѣе другъ возлѣ друга. Значитъ, въ сосудѣ съ сжатымъ газомъ, частицъ газа будетъ помѣщаться больше, чѣмъ въ такомъ же сосудѣ съ несжатымъ газомъ. Двигаясь, частицы ударяютъ о стѣнки сосуда. Если ихъ больше, то, конечно, и большее число частицъ будетъ бить въ стѣнки сосуда, а поэтому и давленіе газа на стѣнки сосуда должно увеличиться.

Если, наоборотъ, часть газа удалить изъ сосуда, то въ сосудѣ останется меньше частицъ его—и давленіе газа на стѣнки сосуда уменьшится.

Опытъ показалъ намъ, что при нагрѣваніи газа онъ расширяется. Вспомнимъ нашъ опытъ съ резиновымъ мячемъ, положеннымъ въ теплую печку („Общее знакомство съ тѣлами“ § 12). Мы видѣли, что мячъ надулся, т. е. газъ началъ сильнѣе давить изнутри на стѣнки мяча и растянулъ ихъ. Слѣдовательно, если мы нагрѣваемъ газъ въ закрытомъ сосудѣ и не позволяемъ газу расширяться, то давленіе его изнутри на стѣнки сосуда—увеличивается. Мы признали, что давленіе газа зависитъ отъ ударовъ его двигающихся частицъ. Оно увеличивается, если увеличивается число ударяющихъ частицъ. Однако, при нагрѣваніи газа число частицъ въ закрытомъ сосудѣ не увеличивается. Почему же увеличилось давленіе газа? Это можно объяснить себѣ только тѣмъ, что или сами удары частицъ сдѣлались сильнѣе, или каждая частица стала ударять въ стѣнки сосуда чаще.

Если вы бросаете мячемъ въ стѣнку и хотите, чтобы онъ ударился сильнѣе, то вы швырнете его съ большею силою. Тогда онъ полетитъ быстрѣе. Если же вы будете бросать мячемъ быстрѣе, то въ какое-нибудь время,—напримѣръ, въ пять минутъ—вы успѣете ударить мячемъ о стѣнку большее число разъ.

Очевидно, это и происходитъ въ нагрѣваемомъ нами газѣ: частицы его стали ударять въ стѣнки сосуда сильнѣе и чаще потому, что движеніе ихъ сдѣлалось быстрѣе.

Итакъ, мы можемъ принять, что при нагрѣваніи газа частицы его начинаютъ двигаться быстрѣе, а поэтому и давленіе газа увеличивается, если мѣшать ему расширяться.

§ 6. Величина атмосфернаго давленія и измѣненія его.

Барометръ показалъ, что давленіе атмосферы громадно. На каждый квадратный вершокъ она давитъ съ силою 50 фунтовъ. Съ такою же силою атмосфера давитъ

на каждый вершокъ нашего тѣла. Если разсчитать поэтому, съ какой силой она давитъ на все тѣло взрослаго человѣка, то получится вѣсъ въ 900 слишкомъ пудовъ. Мы не ощущаемъ давленія атмосферы на наше тѣло потому, что воздухъ, находящійся внутри тѣла, давитъ съ такою же силою изнутри наружу.

Затѣмъ, барометръ показалъ людямъ, что давленіе атмосферы даже на одномъ и томъ же мѣстѣ на землѣ постоянно измѣняется. Ртуть въ барометрѣ то поднимается, то опускается. Но въ это время, какъ въ однихъ мѣстахъ давленіе атмосферы уменьшается, въ другихъ оно увеличивается, и наоборотъ.

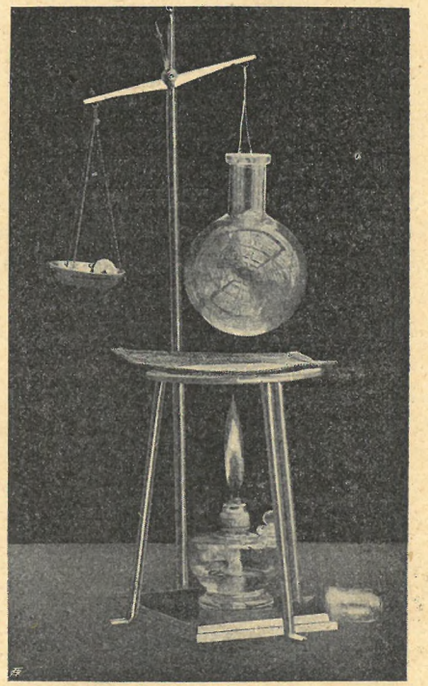


Рис. 26.—Колба, изъ которой выходитъ расширяющійся воздухъ, становится легче. (По фотографіи).

§ 7. Нагрѣваніе и движеніе воздуха.

Почему воздухъ, окружающій насъ, никогда не остается въ покоѣ?—Онъ двигается даже и тогда, когда мы не замѣчаемъ его движенія, не чувствуемъ никакого вѣтра. Чтобы понять причину этого движенія воздуха, сдѣлаемъ сначала слѣдующій простой опытъ. Подвѣсимъ къ коромыслу вѣсовъ, вмѣсто одной изъ чашекъ, порожнюю, открытую колбу и уравновѣсимъ ее (т. е. на другую чашку вѣсовъ положимъ грузъ нужнаго вѣса). Затѣмъ подведемъ подъ колбу пламя горѣлки или спиртовой лампы для того, чтобы нагрѣть ее и находящійся въ ней воздухъ. По движенію коромысла вѣсовъ мы сейчасъ же увидимъ, что колба сдѣлалась легче (рис. 26).

Изъ того, что было говорено о расширеніи тѣлъ отъ нагрѣванія, мы знаемъ, что часть воздуха, расширяющагося при нагрѣваніи колбы, выходитъ изъ нея и что въ колбѣ остается меньше воздуха (см. „Общее знакомство съ тѣлами“ § 12). Поэтому воздухъ, оставшійся въ колбѣ, несмотря на то, что онъ занимаетъ собою тотъ же объемъ, т. е. всю колбу,—будетъ вѣсить меньше. Слѣдовательно, теплый воздухъ, которому ничто не мѣшаетъ расширяться, легче холоднаго и долженъ подниматься кверху, а холодный долженъ стремиться книзу.

Теперь посмотримъ, какъ нагрѣвается атмосферный воздухъ. Если взять двѣ одинаковыхъ колбы и въ жаркій солнечный день одну изъ нихъ поставить на сухую землю, а другую подвѣсить къ палкѣ возможно выше надъ землею, то скоро при помощи термометра, вставляя его въ колбы, можно будетъ замѣтить, что во второй колбѣ воздухъ почти не нагрѣлся, а въ первой нагрѣлся очень значительно *). Слѣдовательно, атмосферный воздухъ мало нагрѣвается солнечными лучами. Воздухъ „теплопрозраченъ“, т. е. теплые солнечные лучи проходятъ черезъ него, почти не нагрѣвая его. Они доходятъ до земли, согрѣваютъ ее, а отъ земли уже нагрѣвается и воздухъ. Отъ нагрѣтой солнцемъ земли пышетъ жаромъ, какъ отъ натопленной печки. Нашъ опытъ (рис. 26) показалъ намъ, что нагрѣвающійся отъ земли воздухъ не будетъ оставаться внизу, возлѣ земли, а какъ болѣе легкій долженъ постоянно подниматься кверху. И дѣйствительно, присядьте когда-нибудь въ знойный день послѣ полудня въ полѣ на теплую землю и смотрите по землѣ вдаль. Вамъ покажется, что и деревья, и дома, и всѣ предметы, стоящіе на противоположномъ краю поля, дрожатъ и волнуются. Дрожатъ, конечно, не предметы, а колеблются идущія кверху струйки теплаго воздуха.

Въ комнатѣ, въ которой топится печь, возлѣ потолка всегда будетъ теплѣе, чѣмъ возлѣ пола. Если въ это время открыть форточку, то почувствуешь, что дуетъ въ ноги. Это потому, что холодный наружный воздухъ, входящій въ комнату черезъ форточку, не идетъ сразу во всѣ стороны, а падаетъ книзу на полъ и уже по низу доходитъ до ногъ.

*) Колбы слѣдуетъ заткнуть комкомъ ваты, а термометръ въ нихъ опустить только въ концѣ опыта. Вторая колба не должна висѣть возлѣ нагрѣтой солнцемъ стѣны.

За движеніемъ теплаго и холоднаго воздуха легко наблюдать въ комнатѣ, если пустить плавать въ воздухѣ одинъ изъ тѣхъ резиновыхъ „воздушныхъ“ шариковъ, какіе продаются обыкновенно въ городахъ зимою. Надо привязать къ нему на короткой ниткѣ легкую бумажную коробку, а въ нее осторожно насыпать песку, пока шарикъ не перестанетъ подниматься кверху (рис. 27). Тогда онъ останется висѣть въ воздухѣ и вмѣстѣ съ воздухомъ будетъ двигаться по комнатѣ. Воздухъ, нагрѣвшійся у теплой печки, постоянно поднимается кверху. Шарикъ точно такъ же возлѣ печки будетъ подниматься кверху (рис. 28). Теплый воздухъ, стелясь по потолку, доходитъ до окна. Здѣсь воздухъ снова остываетъ, опускается внизъ и идетъ понизу, по полу снова къ печкѣ. Чѣмъ теплѣе печка, тѣмъ быстрѣе двигается воздухъ, а вмѣстѣ съ нимъ и шарикъ.

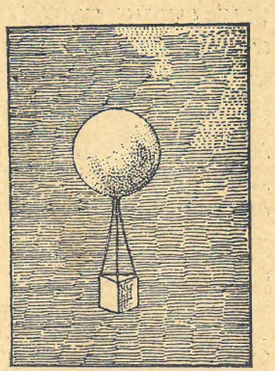


Рис. 27.—„Воздушный“ шарикъ для наблюденія надъ движеніемъ воздуха въ комнатѣ.

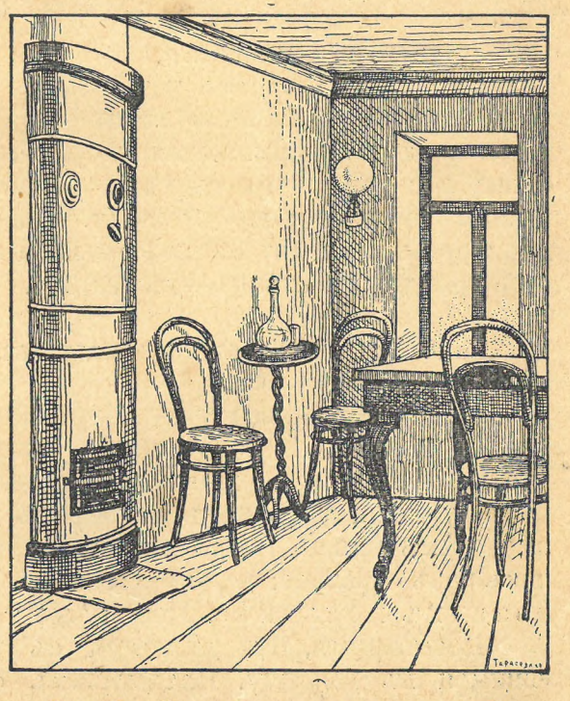


Рис. 28.—Движеніе воздуха въ комнатѣ.

Тамъ, гдѣ земля сильно нагрѣвается солнцемъ, нагрѣвается и находящійся возлѣ нея воздухъ. Нагрѣваясь,

онъ поднимается кверху. Опуститься снова внизъ этотъ воздухъ не можетъ, такъ какъ снизу напираютъ все новыя и новыя струи теплаго воздуха. Поэтому на нѣкоторой высотѣ этотъ воздухъ растекается въ стороны. Слѣдовательно, вокругъ той мѣстности, гдѣ воздухъ поднимается кверху, давленіе атмосферы должно увеличиться, такъ какъ туда прибываетъ все новый и новый воздухъ. Получаются двѣ сосѣднія области съ разнымъ давленіемъ атмосферы: въ одной (съ восходящимъ теченіемъ воздуха) давленіе будетъ меньше, въ другой—давленіе будетъ больше. Такая разница въ давленіи должна вызывать перемѣщеніе атмосфернаго воздуха. Если взять два сосуда съ воздухомъ, при чемъ въ одномъ сосудѣ воздухъ будетъ болѣе сжатъ и давленіе его будетъ сильнѣе, чѣмъ въ другомъ, и если эти сосуды какъ-нибудь соединить другъ съ другомъ, то, конечно, воздухъ изъ перваго сосуда, гдѣ давленіе его сильнѣе, потечетъ во второй. То же самое происходитъ и въ природѣ: воздухъ передвигается („вѣтеръ дуетъ“) всегда изъ мѣстъ, гдѣ давленіе его больше, въ мѣста, гдѣ давленіе меньше.

Низомъ онъ течетъ изъ областей съ большимъ давленіемъ атмосферы въ области—съ меньшимъ; въ послѣднихъ воздухъ поднимается кверху и, растекаясь вверху, снова переходитъ въ сосѣднія области. Вотъ почему въ вышинѣ вѣтеръ чаще дуетъ (т. е. воздухъ передвигается) изъ жаркихъ странъ въ холодныя, а по землѣ, наоборотъ, изъ холодныхъ странъ—въ жаркія.

§ 8. Охлажденіе атмосфернаго воздуха въ вышинѣ.

Атмосферный воздухъ, нагрѣваясь отъ земли, поднимается кверху. Поэтому можно было бы предположить, что какъ въ теплой комнатѣ у потолка воздухъ теплѣе, чѣмъ у пола, такъ и въ атмосферѣ вверху воздухъ теплѣе, чѣмъ внизу. Но въ дѣйствительности—наблюдается какъ разъ обратное: чѣмъ выше надъ землею, тѣмъ воздухъ холоднѣе. Почему же такая разница?

Посмотримъ, что дѣлается съ воздухомъ, поднимающимся въ вышину. Представимъ себѣ, что съ земли поднимается струя теплаго воздуха. Мы знаемъ уже, что

у земли на нее давитъ вся атмосфера, а чѣмъ выше, тѣмъ это давленіе становится меньше. Поэтому воздухъ въ нашей струѣ, возлѣ земли будетъ болѣе сжатъ, чѣмъ въ вышинѣ. Значитъ, поднимаясь въ вышину онъ долженъ расширяться. Пусть въ какихъ-нибудь двухъ комнатахъ будетъ по печи. Пусть одна комната будетъ большая, а другая маленькая, а печи ихъ будутъ совершенно одинаковы. Положимъ въ обѣ печи одинаковое число одинаковыхъ полѣньевъ и истопимъ печи. Въ какой комнатѣ будетъ теплѣе, въ маленькой или большой?.. Вы, конечно, скажете, что въ маленькой, и именно потому, что хотя печи и одинаковы, но тепло отъ одной печи разошлось по большой комнатѣ, а отъ другой по маленькой. То же происходитъ и съ нашей струей воздуха. Она уноситъ въ себѣ то тепло, которое получила отъ земли, но это тепло, когда струя поднимается и расширяется, — расходится на большее пространство, а потому воздухъ струи дѣлается холоднѣе.

Найдено, что сухой воздухъ, поднимаясь на каждыя примѣрно 50 саженъ, охлаждается отъ своего расширенія на одинъ градусъ. Слѣдовательно, если воздухъ у земли нагрѣлся до 30^0 тепла, то поднявшись примѣрно на 3 версты (1500 саженей) въ немъ будетъ уже 0^0, а на высотѣ около 6 верстъ онъ будетъ такимъ холоднымъ, какъ въ нашихъ странахъ зимою въ сильные морозы.

Есть еще и другія причины охлажденія воздуха въ вышинѣ, но и сказаннаго достаточно, чтобы понять почему въ атмосферѣ въ вышинѣ всегда холоднѣе, чѣмъ внизу.

---

1. Почему брошенный на полъ обыкновенный резиновый мячъ, надутый воздухомъ, отскакиваетъ отъ пола?

2. Какъ убѣдиться въ томъ, что атмосферный воздухъ давитъ? Почему вода втекаетъ къ намъ въ ротъ, когда мы пьемъ ее, не наклоняя при этомъ сосуда съ водой? Если опустить одинъ конецъ трубки въ воду, а другой взять въ ротъ и высасывать изъ трубки воздухъ, то вода будетъ подниматься по трубкѣ кверху; почему?

3. Почему атмосферный воздухъ давитъ? Почему сила давленія атмосфернаго воздуха различна на различной высотѣ надъ землею?

4. Для чего служитъ барометръ? Какъ онъ устроенъ? Почему ртуть въ барометрѣ опускается, когда мы поднимаемся съ нимъ въ гору? Почему посредствомъ высасыванія воздуха изъ трубы, опущенной однимъ концомъ въ воду, нельзя поднять въ ней воду выше, чѣмъ на пять саженъ?

5. Почему при сжиманіи газа давленіе его увеличивается? Почему при нагрѣваніи газа въ закрытомъ сосудѣ давленіе его увеличивается?

6. Разсчитайте съ какою силою давитъ атмосфера сверху на полъ въ вашей комнатѣ? Почему у людей, поднимающихся на очень высокія горы, нерѣдко выступаетъ кровь черезъ поры кожи, напримѣръ,—изъ губъ, изъ носа?

7. Почему атмосферный воздухъ никогда не остается въ покоѣ? Почему теплый воздухъ легче холоднаго? Какъ нагрѣвается атмосферный воздухъ? Отчего зависитъ направленіе вѣтра? Какъ долженъ двигаться воздухъ черезъ узкую щель у пріоткрытой двери изъ холодной въ теплую комнату? Почему тянетъ въ трубу въ топящейся печкѣ?

8. Почему охлаждается воздухъ, поднимающійся кверху? Почему вершины высокихъ горъ вѣчно покрыты снѣгомъ и льдомъ?

III. Составъ воздуха. Свойства кислорода, азота и углекислаго газа.

§ 1. Воздухъ при горѣніи въ немъ свѣчи измѣняется

Если зажечь свѣчу и оставить ее спокойно горѣть, то мало-по-малу она вся сгоритъ. Но если вы покроете горящую свѣчу опрокинутою банкою такъ, чтобы между банкой и столомъ не было щелей, то вы увидите, что свѣча сгоритъ не вся: она скоро потухнетъ (рис. 29).

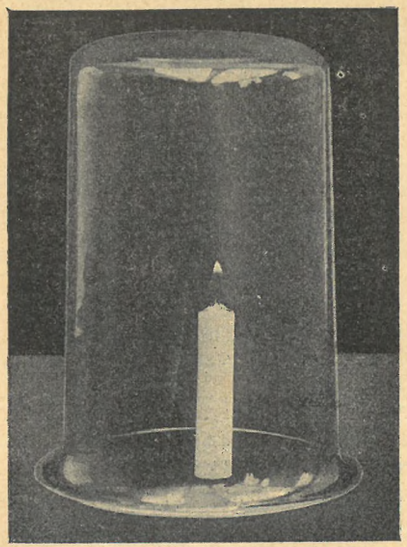


Рис. 29.—Свѣча, плотно прикрытая банкою, тухнетъ. (По фотографіи).

Если взять двѣ банки: одну большую, другую въ нѣсколько разъ меньше, то одна и та же свѣча подъ маленькой банкой потухнетъ гораздо скорѣе.

Сдѣлаемъ еще такой опытъ: надѣнемъ на огарокъ свѣчи, поставленный на столъ, обыкновенное ламповое стекло. (рис. 30). Если ламповое стекло прямо поставить на столъ, то свѣча въ немъ или скоро погаснетъ, или будетъ горѣть очень плохо. Но стоитъ

его немного приподнять, напримѣръ, подложивъ подъ него два карандаша или двѣ книги, такъ, чтобы между краемъ стекла и столомъ оставалась щель (рис. 31), тогда свѣча будетъ горѣть очень хорошо. Очевидно, нагрѣвающійся отъ пламени свѣчи воздухъ поднимается въ нашемъ

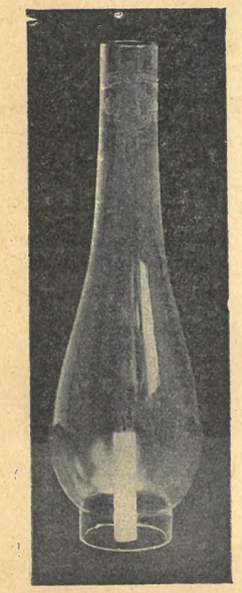


Рис. 30.—Свѣча безъ притока свѣжаго воздуха тухнетъ. (По фотографіи).

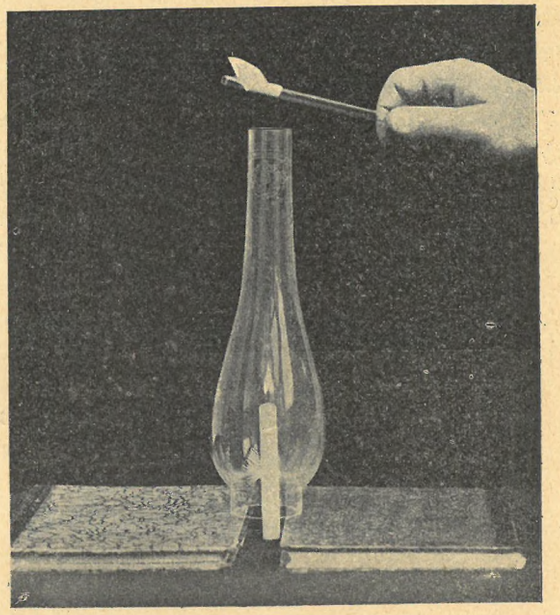


Рис. 31.—Если есть тяга воздуха, то свѣча, окруженная ламповымъ стекломъ, отлично горитъ. (По фотографіи).

стеклѣ кверху, а взамѣнъ его черезъ нижнюю щель входитъ свѣжій воздухъ *).

Наши опыты показываютъ намъ, что для горѣнія свѣчи нуженъ постоянный притокъ свѣжаго воздуха. Если такого притока нѣтъ, какъ, напримѣръ, подъ банкой,—то горѣніе скоро прекращается. Стало быть, въ воздухѣ, въ которомъ горитъ свѣча, происходитъ какая-то перемѣна: онъ становится уже негоднымъ для горѣнія, и для того, чтобы горѣніе продолжалось, онъ долженъ быть замѣненъ свѣжимъ.

---

*) Убѣдиться въ такомъ движеніи воздуха очень легко, если держать надъ стекломъ бумажку (рис. 31): движущійся воздухъ будетъ поднимать ее кверху.

§ 2. Воздухъ—неоднородный газъ. Кислородъ и азотъ.

Нельзя ли узнать, какая перемѣна происходитъ съ воздухомъ при горѣніи въ немъ? Для этой цѣли мы возьмемъ не свѣчу, а другое горючее тѣло, а именно, чистый фосфоръ. На воздухѣ онъ очень легко воспламеняется (напримѣръ, при небольшомъ треніи или при легкомъ нагрѣваніи)*). Поэтому фосфоръ всегда сохраняютъ подъ водой. Кусочекъ фосфора положимъ въ жестяную чашечку, а чашечку пустимъ плавать на воду (рис. 32). Затѣмъ накроемъ эту чашечку широкогорлымъ сосудомъ съ отрѣзаннымъ дномъ такъ, чтобы края опускались въ воду. Зажжемъ теперь фосфоръ, коснувшись до него разогрѣтымъ концомъ проволоки, и затѣмъ сейчасъ же плотно закроемъ сосудъ пробкою.

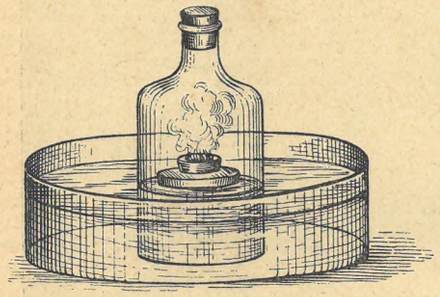


Рис. 32.—Въ сосудѣ безъ дна надъ водою горитъ фосфоръ, распространяя бѣлый дымъ.

Во время опыта обратимъ вниманіе на слѣдующія явленія: 1) фосфоръ вспыхиваетъ сначала яркимъ пламенемъ, но скоро потухаетъ; 2) во время горѣнія уровень воды въ сосудѣ сначала понижается (опускается); 3) отъ горящаго фосфора поднимается густой бѣлый дымъ; 4) послѣ горѣнія бѣлый дымъ садится на воду и мало-помалу исчезаетъ; 5) вмѣстѣ съ этимъ вода въ сосудѣ начинаетъ повышаться—до тѣхъ поръ, пока не займетъ приблизительно пятую часть пространства, которое занималъ воздухъ въ сосудѣ передъ зажиганіемъ фосфора.

Первое явленіе намъ уже знакомо: вспомнимъ горѣніе свѣчи подъ банкою. Мы можемъ думать, что фосфоръ потухъ потому, что въ сосудѣ не было притока свѣжаго воздуха. Второе явленіе—тоже понятно: отъ горѣвшаго фосфора нагрѣлся воздухъ въ сосудѣ и отъ нагрѣванія—расширился; расширяясь—онъ вытѣснилъ часть воды изъ-подъ сосуда и, слѣдовательно, уровень воды въ сосудѣ—

*) Здѣсь имѣется въ виду такъ называемый желтый фосфоръ.

понизился. Бѣлый дымъ, очевидно, произошелъ изъ горящаго фосфора. Онъ садится на воду,—значитъ, онъ тяжелѣе воздуха и опускается книзу. Если, садясь на воду, онъ изчезаетъ, то очевидно онъ растворяется въ ней, вродѣ того, какъ растворяется въ водѣ сахаръ или соль. Самъ фосфоръ въ водѣ совсѣмъ не растворяется, а бѣлый дымъ—растворяется. Значитъ, этотъ дымъ уже не былъ фосфоромъ, а какимъ-то другимъ тѣломъ. Замѣтимъ это! Послѣ опыта вода въ сосудѣ начала повышаться. Если бы она повысилась только до того уровня, на которомъ стояла раньше, то это было бы само собою понятно: при горѣніи фосфора она понизилась отъ нагрѣванія и расширенія воздуха въ сосудѣ, теперь—воздухъ снова охладился и занялъ прежній объемъ, поэтому и вода поднялась до прежняго уровня. Все это—было бы понятно. Но, какъ показалъ опытъ, вода послѣ опыта поднимается—выше, чѣмъ стояла раньше. Значитъ, дѣло здѣсь не въ одномъ нагрѣваніи и охлажденіи воздуха, а въ томъ, что при горѣніи фосфора часть воздуха, и именно приблизительно одна пятая,—куда-то исчезаетъ.

Въ оставшейся части воздуха фосфоръ уже не горитъ. Не будутъ горѣть также и другія горючія тѣла. (Можно убѣдиться въ этомъ, просунувъ черезъ горлышко, сосуда горящую лучинку) *).

Такимъ образомъ, воздухъ въ нашемъ опытѣ какъ бы раздѣлился на двѣ части: одна пятая часть его куда-то исчезла, а четыре пятыхъ остались. Но эти четыре пятыхъ воздуха уже не поддерживаютъ горѣнія, раньше же, когда въ немъ была и исчезнувшая изъ него пятая часть, фосфоръ горѣлъ. Слѣдовательно, обѣ части воздуха не одинаковы: одна не поддерживаетъ горѣнія, другая, наоборотъ, поддерживала его. А если такъ, то мы можемъ сказать, что воздухъ—не однородный газъ, а состоитъ, по крайней мѣрѣ, изъ двухъ смѣшанныхъ между собою частей, при чемъ при горѣніи часть, поддерживающая горѣніе,—исчезаетъ.

*) Надо только,—прежде чѣмъ открыть пробку,—прилить въ тазъ воды до уровня воды въ сосудѣ, потому что иначе—вода въ сосудѣ опустится, и въ него войдетъ черезъ горлышко свѣжій воздухъ.

Куда исчезаетъ пятая часть воздуха, и откуда берется при горѣніи фосфора новое тѣло, въ видѣ бѣлаго дыма? Предположить, что оно появилось изъ „ничего“, мы не можемъ. Тогда мы должны были бы предположить, что и другія тѣла природы могутъ возникать изъ „ничего“. Наоборотъ, ежедневный опытъ учитъ людей, что изъ „ничего“ ничто не происходитъ. Съ другой стороны, мы знаемъ, что при химическихъ явленіяхъ происходятъ съ тѣлами такія измѣненія, при которыхъ изъ однихъ веществъ образуются новыя вещества. Какъ примѣръ, мы приводили ржавѣніе желѣза (см. „Общее знакомство съ тѣлами“, § 12). Зная это, мы можемъ предположить, что и въ нашемъ опытѣ съ горѣніемъ фосфора мы имѣли дѣло съ химическимъ явленіемъ. Изъ какихъ веществъ могло возникнуть наше новое тѣло (т. е. бѣлый дымъ)? Разумѣется, только изъ исчезнувшей части воздуха и изъ сгорѣвшей части фосфора, потому что все остальное осталось безъ измѣненій. Эта часть воздуха и часть фосфора потратились на горѣніе, но онѣ не исчезли безслѣдно, а только соединились другъ съ другомъ. Изъ нихъ произошло совершенно особое вещество, не похожее ни на фосфоръ, ни на воздухъ.

Итакъ, вотъ какое измѣненіе, какъ показываетъ опытъ, происходитъ съ воздухомъ при горѣніи въ немъ: часть воздуха соединяется съ горящими въ немъ веществами. Эта часть называется кислородомъ. Кислородъ составляетъ приблизительно одну пятую часть воздуха. Почти вся остальная часть воздуха состоитъ изъ другого вещества, которое горѣнія не поддерживаетъ. Оно называется—азотомъ.

Такимъ образомъ, газообразное тѣло, называемое нами „воздухомъ“, представляетъ смѣсь азота и кислорода. И то, и другое вещество газообразны и потому легко смѣшиваются другъ съ другомъ.

§ 3. Добываніе кислорода.

Большая часть тѣлъ содержитъ въ себѣ кислородъ и нѣкоторыя изъ нихъ легко выдѣляютъ его изъ себя, если ихъ достаточно сильно нагрѣть. Къ нимъ относится, напримѣръ, бертолетовая соль, которою мы и можемъ

воспользоваться, чтобы получить кислородъ въ чистомъ видѣ.

Для того, чтобы нагрѣваніе бертолетовой соли происходило равномѣрнѣе и изъ нея выдѣлилась возможно большая часть кислорода, ее предварительно хорошо смѣшиваютъ съ перекисью марганца*). Затѣмъ эту смѣсь для нагрѣванія всыпаютъ въ особый стеклянный сосудъ, называемый ретортой, который изображенъ на рисункѣ 33. На узкій конецъ реторты надѣваютъ резиновую трубку (или при помощи резиновой трубки—изогнутую стеклянную, какъ показано на рисункѣ), а другой конецъ реторты, гдѣ находится смѣсь бертолетовой соли съ перекисью марганца, начинаютъ нагрѣвать. Выдѣляющійся кислородъ уходитъ изъ реторты по резиновой трубкѣ.

Для того, чтобы собрать выдѣляющійся кислородъ, кончикъ трубки, по которой онъ выходитъ изъ реторты,

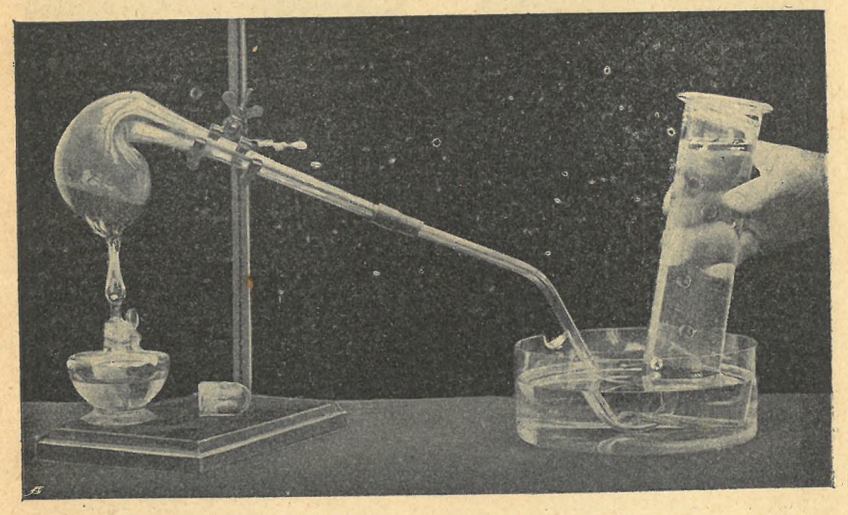


Рис. 33.—Добываніе кислорода. (По фотографіи).

опускаютъ въ тазъ съ водою, а надъ трубкой опрокидываютъ совершенно наполненную водою банку или другой сосудъ (рис. 33). Пузырьки кислорода попадаютъ въ банку и вытѣснятъ оттуда воду. Когда банка наполнится

*) Перекись марганца—это черный порошокъ, представляющій соединеніе кислорода съ особымъ металломъ—марганцемъ. Для смѣшенія съ бертолетовою солью перекиси марганца берутъ столько же или немногимъ меньше, чѣмъ соли.

кислородомъ, подъ нее подводятъ въ водѣ блюдце и не переворачивая ея, вынимаютъ ее вмѣстѣ съ блюдцемъ изъ воды.

§ 4. Свойства кислорода и азота.

По виду кислородъ походитъ на воздухъ. Онъ также прозраченъ, безъ запаха и безъ вкуса. Какъ отличить его отъ обыкновеннаго воздуха? Для этого приготовимъ сначала пробку, которою можно было бы закрывать банку съ кислородомъ, уголекъ, надѣтый на проволоку, и, наконецъ, сухую тонкую лучинку. Перевернувъ вверхъ горлышкомъ банку съ кислородомъ (см. предыдущій §), разожжемъ уголекъ

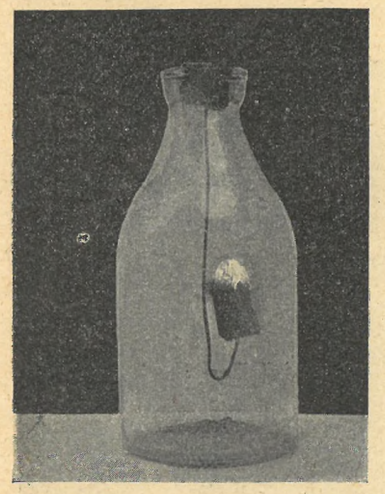


Рис. 34.—Горѣніе угля въ кислородѣ. (По фотографіи).

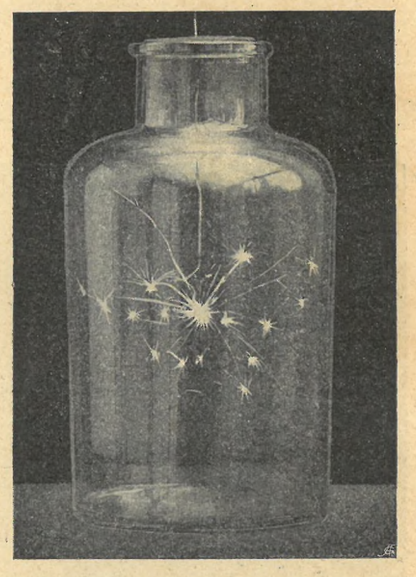


Рис. 35.—Горѣніе стальной проволоки (часовой пружины) въ кислородѣ. (По фотографіи).

и, пріоткрывъ пробку, опустимъ его въ банку. Уголекъ ярко загорится (рис. 34). Вмѣсто уголька опустимъ туда тлѣющую лучину и она точно такъ же вспыхнетъ яркимъ бѣлымъ пламенемъ, какъ бенгальскій огонекъ.

Если на кончикъ тонкой стальной пружинки надѣть кусочекъ трута и, зажегши его, опустить въ чистый кислородъ, то горящій трутъ раскалитъ кончикъ пружинки и сталь также загорится, разбрасывая во всѣ стороны сверкающія искры (рис. 35).

Итакъ, кислородъ можно отличить отъ обыкновеннаго воздуха тѣмъ, что въ немъ ярко горитъ уголь и вспыхиваетъ тлѣющая лучина, въ воздухѣ же уголь потухаетъ, если его не раздувать, а тлѣющая лучина не вспыхиваетъ. Затѣмъ, въ кислородѣ горятъ нѣкоторыя такія вещества, которыя въ обыкновенномъ воздухѣ не горятъ (напр., тонкая стальная проволока).

Азотъ, какъ и кислородъ, не имѣетъ ни цвѣта, ни запаха; но онъ не поддерживаетъ горѣнія: свѣча, лучинка, уголь—въ немъ сейчасъ же тухнутъ. Онъ легче, чѣмъ кислородъ, и, стало быть, немного легче, чѣмъ воздухъ. Большая часть воздуха, какъ извѣстно (§ 2), состоитъ изъ азота.

§ 5. Углекислый газъ.

Изъ опыта съ горѣніемъ фосфора (§ 2) мы сдѣлали выводъ, что при горѣніи кислородъ воздуха соединяется съ горящими въ воздухѣ веществами и образуются новыя вещества. При горѣніи фосфора мы видѣли это новое вещество въ видѣ бѣлаго дыма. Однако, при спокойномъ горѣніи свѣчи вы никакого дыма не видите и поэтому можете спросить, гдѣ же тутъ-то новое тѣло или тѣ новыя тѣла, которыя должны образовываться?

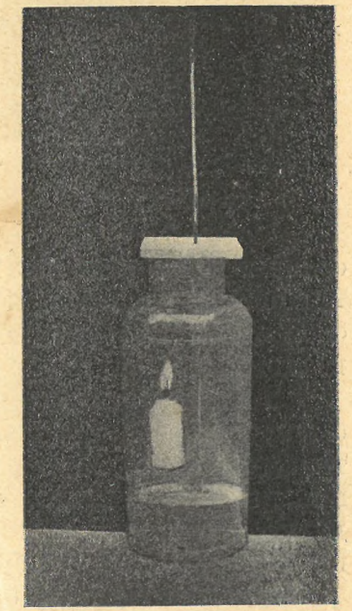


Рис. 36.—Горѣніе свѣчи въ банкѣ надъ известковой водой. (По фотографіи).

Чтобы понять это, обратимся опять къ опыту. Нальемъ на дно банки немного воды, въ которой растворена известь. Такая вода носитъ названіе „известковой воды“ *). Если мы, встряхнувъ банку, взболтнемъ эту воду, то замѣтимъ, что она послѣ взбалтыванія останется совершенно прозрачною. Теперь, прикрывъ банку, опустимъ въ нее на проволокѣ на нѣсколько секундъ горящую свѣчу (рис. 36). Затѣмъ, вынемъ свѣчу,

*) Известковую воду можно купить въ любой аптекѣ. Стоитъ она—дешево.

не дожидаясь, пока она потухнетъ, и, закрывъ банку, снова взболтнемъ въ ней известковую воду (рис. 37). Тогда мы замѣтимъ, что известковая вода помутнѣетъ.

Этотъ опытъ ясно показываетъ, что при горѣніи свѣчи въ воздухѣ надъ известковою водою появилось что-то такое, чего раньше не было и что теперь произвело въ известковой водѣ—муть. Если этого „что-то“ мы въ воздухѣ прямо не видимъ, то очевидно только потому, что оно прозрачно и смѣшано съ воздухомъ, т. е. пред-

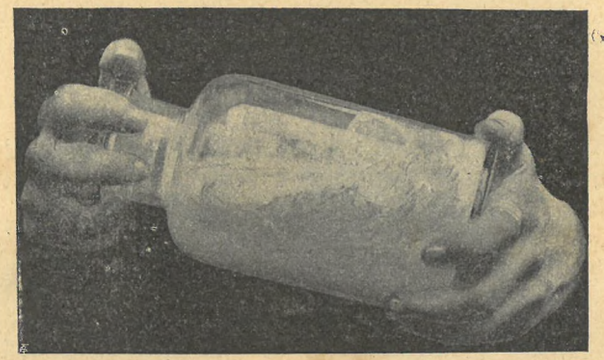


Рис. 37. - Известковая вода при взбалтываніи съ углекислымъ газомъ мутнѣетъ. (По фотографіи).

ставляетъ газообразное тѣло. Значитъ, и при горѣніи свѣчи образуются новыя тѣла, но только они газообразны и поэтому незамѣтно для насъ расходятся въ воздухѣ.

То же произошло бы у насъ въ банкѣ и тогда, когда бы мы вмѣсто свѣчи внесли въ банку горящій уголь. И тогда бы при взбалтываніи известковой воды послѣ горѣнія вода помутнѣла. И при горѣніи угля не видно дыма, не видно никакого образующагося новаго тѣла, потому что оно газообразно и расходится въ воздудѣ.

Большая часть обыкновеннаго угля состоитъ изъ особаго твердаго тѣла, называемаго углеродомъ. Какъ при горѣніи фосфора кислородъ воздуха соединяется съ фосфоромъ, такъ и при горѣніи угля кислородъ соединяется съ углеродомъ. Соединеніе кислорода съ фосфоромъ представляетъ твердое тѣло и мы его видимъ; соединеніе углерода съ кислородомъ представляетъ газо-

образное тѣло и мы его не видимъ. Это соединеніе называется углекислымъ газомъ *).

Углекислый газъ есть и въ обыкновенномъ воздухѣ, но его тамъ очень немного. Примѣрно въ пяти тысячахъ частяхъ обыкновеннаго воздуха содержится только двѣ части углекислаго газа.

§ 6. Свойства углекислаго газа.

Чтобы ближе познакомиться съ углекислымъ газомъ, удобнѣе получать его не горѣніемъ угля, а иными способами. Проще всего получить его, обливая кусокъ мѣла какой-нибудь кислотой. При такомъ обливаніи мѣлъ шипитъ. Если бросить нѣсколько кусковъ мѣла въ кислоту (напримѣръ, въ крѣпкій уксусъ) **), то можно видѣть, какъ изъ нихъ сейчасъ же побѣгутъ пузырьки газа (рис. 38). Съ виду они похожи на пузырьки обыкновеннаго воздуха, но если собрать ихъ, то можно убѣдиться, что это не воздухъ, а углекислый газъ.

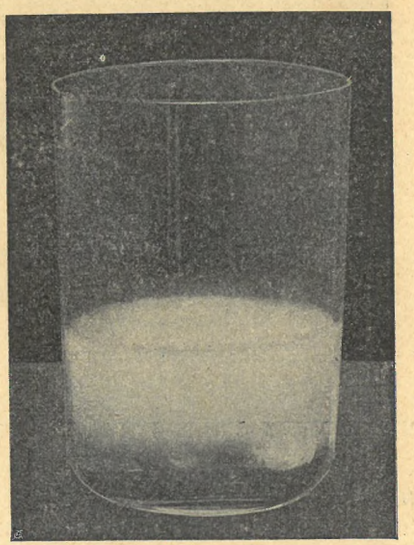


Рис. 38.—Выдѣленіе углекислаго газа изъ кусковъ мѣла въ кислотѣ. (По фотографіи).

Чтобы собрать углекислый газъ поступимъ слѣдующимъ образомъ: насыплемъ въ двугорлую стклянку кусочковъ мѣла и просунемъ сквозь одну изъ пробокъ ея конецъ воронки съ краномъ, а сквозь другую—конецъ изогнутой трубки, какъ показано на рис. 39. Если теперь черезъ воронку нальемъ въ стклянку кислоты и закроемъ кранъ воронки, то углекислый газъ

*) Или „углекислотою“.

**) Этотъ опытъ лучше дѣлать съ такъ называемой соляною кислотою, которая дѣйствуетъ сильнѣе.

пойдетъ по трубкѣ въ подставленный подъ наружный кончикъ ея стаканъ (кончикъ трубки долженъ опускаться почти до дна стакана).

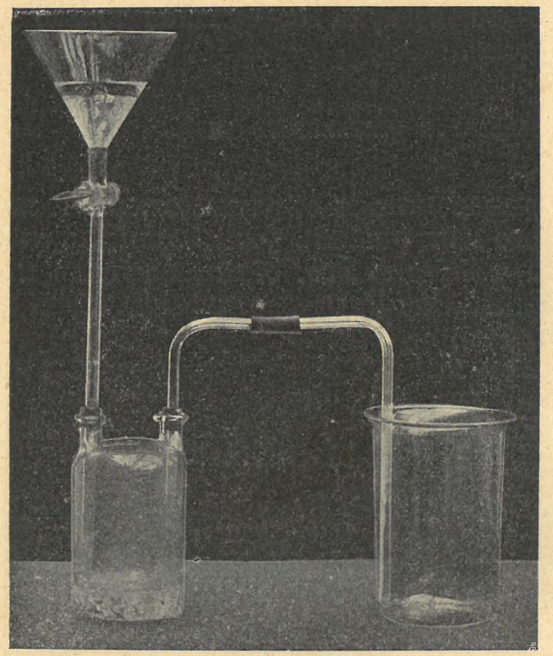


Рис. 39.—Добываніе углекислаго газа. (По фотографіи).

Если черезъ нѣсколько минутъ опустить въ стаканъ зажженную спичку, то она сразу потухнетъ. Это одно уже показываетъ, что въ стаканѣ у насъ не воздухъ, а другой газъ, — совсѣмъ не поддерживающій горѣнія.

Наливши въ стаканъ немного прозрачной известковой воды, взболтнемъ ее (рис. 40): известковая вода помутнѣетъ. Вспомнимъ наши опыты съ горѣніемъ свѣчи и угля надъ известковою водою (см. § 5)!

Поставимъ на дно широкой чашки зажженный огарокъ; затѣмъ поднесемъ стаканъ съ углекислымъ газомъ къ краю чашки и наклонимъ его (рис. 41). Тогда свѣча сразу погаснетъ, какъ будто бы мы налили въ чашку воды *). Значитъ, углекислый газъ тяжелѣе воздуха (примѣрно въ полтора раза) и его можно „выливать“ изъ стклянки, какъ воду. (Убѣдитесь при помощи известковой воды, что углекислый газъ можно осторожно „перелить“ изъ одной банки въ другую!). Вотъ почему, когда

*) Лить углекислый газъ надо не прямо на горящую свѣчу, а на нѣкоторомъ разстояніи отъ нея (какъ показано на рисункѣ). Иначе теплый воздухъ, поднимающійся надъ пламенемъ свѣчи, будетъ выбивать струю углекислаго газа изъ чашки и свѣча не потухнетъ.

мы добывали этотъ газъ и наполняли имъ стаканъ, онъ не сразу уходилъ изъ стакана, и постепенно наполнилъ весь стаканъ, занявъ мѣсто воздуха.

Итакъ, углекислый газъ безцвѣтенъ, тяжелѣе воздуха, не поддерживаетъ горѣнія и мутитъ известковую воду.

§ 7. Углекислая известь.

Въ нашихъ опытахъ съ углекислымъ газомъ (§§ 5 и 6) осталось непонятнымъ что за муть производитъ онъ въ известковой водѣ и откуда онъ берется при обливаніи мѣла кислотой.

Чтобы уяснить себѣ это, познакомимся поближе съ мѣломъ. Каждому извѣстно, что мѣлъ представляетъ твердое, бѣлое тѣло. Онъ легко стирается въ порошокъ

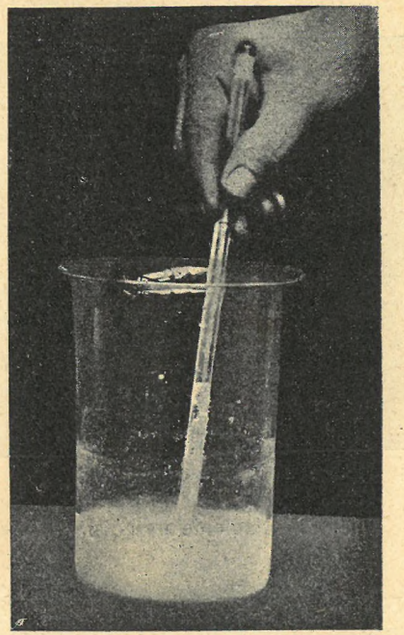


Рис. 40 —Помутнѣніе известковой воды при смѣшиваніи ея съ углекислымъ газомъ. (По фотографіи).

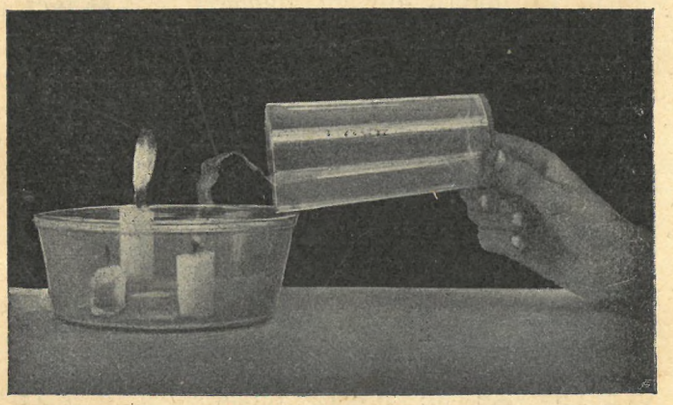


Рис. 41.—Углекислый газъ тушитъ свѣчу. (По фотографіи).

(и поэтому пишетъ на доскѣ). Въ водѣ онъ не распускается.

Ни на воздухѣ, ни въ водѣ мѣлъ не измѣняется. Если, однако, кусокъ мѣла бросить въ сильно раскаленную печь или, вообще, прокалить, то съ нимъ произойдетъ важное измѣненіе. Съ виду мѣлъ мало измѣнится, — развѣ только станетъ болѣе хрупкимъ. Но если попробовать, когда онъ охладится, облить его водою, то онъ самъ собою такъ сильно разогрѣвается, что вода закипаетъ (рис. 42). При этомъ нашъ кусокъ начинаетъ пучиться, расти и разваливаться въ мелкій порошокъ. Очевидно, передъ нами уже не мѣлъ, а какое-то другое тѣло. Называютъ его негашеною или ѣдкою известью. Нашъ мѣлъ при прокаливаніи превратился въ ѣдкую (негашеную) известь.

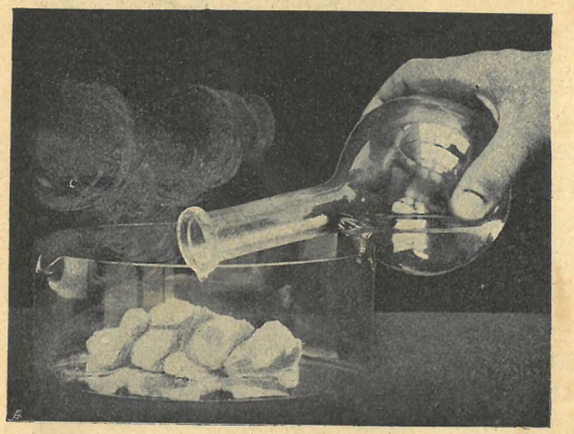


Рис. 42.—Гашеніе извести. (По фотографіи).

Если воды было налито на ѣдкую известь не слишкомъ много, то послѣ опыта известь сдѣлалась бы совершенно сухою. Правда, — она сильно нагрѣлась, и можно было бы думать, что вся налитая вода высохла (испарилась). Однако, если мы повторимъ этотъ опытъ, свѣсивши сначала кусокъ ѣдкой извести, взятой для опыта, а потомъ всю ту известь, которую мы получимъ послѣ опыта, то мы найдемъ большую разницу. Вторая будетъ вѣсить гораздо больше, чѣмъ первая. Значитъ, къ ней что-то прибавилось. Мы къ ней ничего не прибавляли, кромѣ воды. Поэтому мы можемъ думать, что вода-то и присоединилась къ ней: часть воды испарилась, а часть присоединилась къ извести. Слѣдовательно, у насъ послѣ опыта будетъ уже не ѣдкая известь, а соединеніе ѣдкой извести съ водою. Поэтому она и называется

„водною“ ѣдкою известью*). Разболтаемъ порошокъ водной ѣдкой извести въ водѣ и затѣмъ процѣдимъ эту воду. Затѣмъ, уже извѣстнымъ намъ способомъ (§ 6, рис. 39) добудемъ углекислый газъ изъ мѣла, но конецъ трубки, по которой онъ пойдетъ, опустимъ въ нашу воду. Тогда пузырьки углекислаго газа будутъ проходить черезъ эту воду. Мы скоро замѣтимъ, что вода помутнѣетъ.

Въ чистой водѣ (безъ примѣсей) углекислый газъ мути не произвелъ бы. Значитъ, часть водной ѣдкой извести примѣшалась къ водѣ, т. е. растворилась въ ней. Такимъ образомъ, мы получили ту уже знакомую намъ воду (см. § 5), въ которой углекислый газъ производитъ муть. Теперь мы знаемъ, что эта „известковая“ вода — есть обыкновенная вода, въ которой растворена водная ѣдкая известь. При смѣшеніи ея съ углекислымъ газомъ или при пропусканіи черезъ нее углекислаго газа, онъ соединяется съ известью и получается новое тѣло, которое называется углекислою известью. Она образуетъ въ водѣ муть, потому что въ обыкновенной водѣ не растворяется. Если наша помутнѣвшая вода постоитъ нѣкоторое время спокойно, то углекислая известь изъ нея осядетъ на дно въ видѣ очень мелкаго порошка, совершенно похожаго на мѣлъ. Если этотъ порошокъ углекислой извести облить кислотою, то онъ зашипитъ, потому что изъ него будетъ выходить тотъ углекислый газъ, который раньше соединился съ известью.

Припомнивъ теперь все, что было сказано о превращеніи мѣла, а также о томъ, какъ мы получили углекислую известь, мы придемъ къ заключенію, что мѣлъ есть не что иное, какъ углекислая известь**). И дѣйстительно: обливая его кислотой, мы добыли изъ него углекислый газъ, а прокаливъ его, получили изъ него известь.

§ 8. Химическія соединенія. Окислы.

Можетъ показаться удивительнымъ, какъ изъ газообразнаго кислорода и изъ чернаго твердаго углерода

*) Или „гашеною“ известью, потому что обливаніе ѣдкой извести водою называется „гашеніемъ извести“ (рис. 42).

**) Хотя не вполнѣ чистая.

получается безцвѣтный прозрачный углекислый газъ. Но надо помнить, что углекислый газъ не есть простая смѣсь углерода съ кислородомъ, а химическое соединеніе этихъ двухъ тѣлъ, а мы знаемъ, что при химическихъ измѣненіяхъ изъ однихъ веществъ получаются совершенно новыя вещества.

Уголь можно было бы истолочь въ мельчайшую пыль, и эту пыль развѣять по воздуху, но такимъ способомъ мы не получимъ соединенія углерода съ кислородомъ,—углекислаго газа. Угольная пыль останется углемъ, и рано или поздно осядетъ изъ воздуха, а кислородъ останется въ воздухѣ. Для того, чтобы произошло соединеніе углерода съ кислородомъ, надо накалить уголь, и тогда онъ сгоритъ. Часть кислорода воздуха потратится на горѣніе, и въ воздухѣ появится другой газъ—именно углекислый.

Что углекислый газъ дѣйствительно состоитъ изъ углерода и кислорода, насъ убѣждаютъ два обстоятельства: съ одной стороны, когда мы сожигаемъ уголь въ кислородѣ, то кислородъ и углеродъ исчезаютъ, а вмѣсто нихъ появляется углекислый газъ, съ другой стороны, мы можемъ отнять кислородъ отъ углекислаго газа, и тогда получимъ уголь.

Первый опытъ намъ уже знакомъ (см. § 4 и § 5); газъ, образующійся въ банкѣ вмѣсто кислорода и горящаго въ немъ угля, мы могли бы испытать известковою водою и другими способами и доказать, что этотъ газъ есть углекислый, а ни какой-нибудь другой.

Для второго опыта можно воспользоваться особымъ металломъ магніемъ, который, если его достаточно нагрѣть, очень жадно соединяется съ кислородомъ. Тонкія полоски магнія горятъ на воздухѣ — ослѣпительнымъ свѣтомъ. Послѣ горѣнія остается бѣлое, порошковатое вещество, совсѣмъ не похожее на магній,—окись магнія, которое представляетъ соединеніе магнія съ кислородомъ.

Въ отличіе отъ большей части другихъ горючихъ тѣлъ, магній можетъ горѣть не только въ воздухѣ, но и въ углекисломъ газѣ. Наполнивъ банку углекислымъ газомъ, зажжемъ ленту магнія и опустимъ ее въ эту банку. Магній будетъ продолжать горѣть, отнимая

кислородъ отъ углекислаго газа (рис. 43). Въ результатѣ мы получимъ, вмѣстѣ съ бѣлою окисью магнія, еще черное вещество, т. е. уголь. (Если его сжечь, то можно снова получить углекислый газъ).

Присоединеніе кислорода къ какому-нибудь тѣлу вообще называется окисленіемъ, а само соединеніе, получающееся отъ окисленія, называется окисломъ. Въ своихъ опытахъ мы встрѣчались съ окислами фосфора, углерода (углекислый газъ) и магнія (окись магнія).

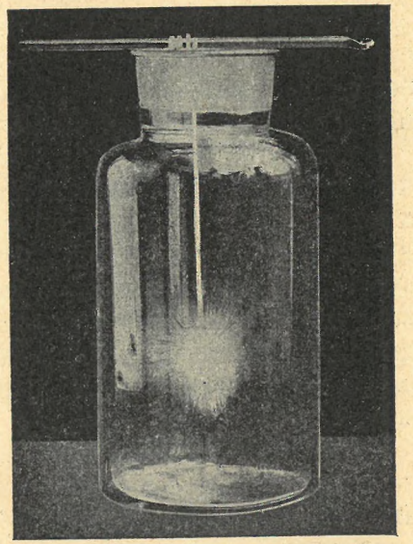


Рис. 43.– Горѣніе магнія въ углекисломъ газѣ. (По фотографіи).

Почему пожаръ разгорается сильнѣе при вѣтрѣ? Зачѣмъ въ печахъ устраиваютъ поддувала?

2. Какіе два газа есть въ воздухѣ? Какую часть воздуха составляетъ одинъ изъ нихъ и какую—другой? Чѣмъ они отличаются другъ отъ друга? Что происходитъ при горѣніи фосфора въ воздухѣ? Химическое или физическое явленіе представляетъ горѣніе?

3. Какъ можно добыть кислородъ? Почему его собираютъ подъ водой?

4. Почему смѣсь бертолетовой соли съ углемъ горитъ съ большой силою? Почему лучинка на воздухѣ горитъ слабѣе, чѣмъ въ кислородѣ? Чѣмъ отличается кислородъ отъ азота?

5. Почему мы не замѣчаемъ веществъ, образующихся при горѣніи свѣчи? Какой газъ образуется при горѣніи свѣчи и угля? Какъ его можно обнаружить?

6. Чѣмъ углекислый газъ отличается отъ воздуха? Почему мы не видимъ углекислаго газа, когда мы выливаемъ его изъ банки?

7. Что такое мѣлъ? Что растворено въ известковой водѣ? Что происходитъ съ мѣломъ при прокаливаніи его? Почему ѣдкая известь пучится при обливаніи ея водою? Чѣмъ мѣлъ отличается отъ ѣдкой извести? Что происходитъ съ известковой водой при пропусканіи черезъ нее углекислаго газа? Почему въ воздухѣ, въ которомъ есть углекислый газъ, не можетъ сохраняться ѣдкая известь?

8. Приведите примѣры химическихъ соединеній. Почему углекислый газъ нельзя назвать простою смѣсью? Изъ какихъ двухъ тѣлъ это соединеніе состоитъ? Какъ это доказать? Что называется окисломъ и окисленіемъ? Представляетъ ли воздухъ окиселъ азота или простую смѣсь азота съ кислородомъ?

IV. Горѣніе и пламя.

§ 1. Горѣніе.

Изъ предыдущаго вы знаете, что при горѣніи на воздухѣ угля, фосфора, магнія происходитъ соединеніе ихъ съ кислородомъ.

Остановимся теперь на горѣніи свѣчи. Мы знаемъ, что и для горѣнія свѣчи необходимъ воздухъ или, точнѣе, кислородъ, находящійся въ немъ (см. „Составъ воздуха“, § 1). Мы знаемъ, что при горѣніи свѣчи образуется между прочимъ углекислый газъ (см. „Составъ воздуха“ § 5). Но углекислый газъ представляетъ соединеніе углерода съ кислородомъ. Кислородъ поглащается изъ воздуха. Откуда же берется углеродъ? Очевидно, онъ берется изъ свѣчи.

Вы замѣчали, конечно, что горящій кончикъ фитиля чернѣетъ, обугливается раньше, чѣмъ сгоритъ. Значитъ, въ немъ есть уголь (углеродъ). Возьмите также капельку стеарина на нагрѣтый кончикъ шпильки и держите его въ пламени свѣчи. Когда растаявшій стеаринъ достаточно нагрѣется, то онъ загорится. Теперь, пока онъ не потухъ, быстро прикоснитесь къ огню бѣлой бумагой. На вашу бумагу сядетъ небольшой налетъ черной сажи, т. е. очень мелкій порошокъ угля. Значитъ, и въ стеаринѣ есть углеродъ.

Если въ свѣчѣ углерода (угля) сразу не видно, то только потому, что онъ здѣсь химически соединенъ съ другими веществами, а вы знаете, что при соединеніи—вещества измѣняютъ свой прежній видъ.

Этотъ-то углеродъ при горѣніи свѣчи, соединяясь съ кислородомъ воздуха, и образуетъ углекислый газъ.

Такъ какъ свѣча состоитъ не изъ одного только углерода, то, конечно, при горѣніи ея должна получаться не одна только углекислота.

Возьмите холодный стаканъ и накройте имъ пламя свѣчи. Вы сейчасъ же замѣтите, что стѣнки его запотѣютъ, т. е. покроются очень мелкими капельками жидкости (рис. 44). Если мы не будемъ давать стакану нагрѣваться, а, наоборотъ, будемъ охлаждать его стѣнки снаружи, то жидкость будетъ стекать книзу. Собравъ ее, можно убѣдиться, что это не что иное, какъ вода. Слѣдовательно, въ свѣчѣ есть еще „нѣчто“, превращающееся при горѣніи въ воду*).

Итакъ, свѣча, какъ и другія тѣла, при горѣніи не исчезаетъ безслѣдно. Свѣча при горѣніи превращается въ углекислый газъ и въ воду, при чемъ кислородъ, нужный для такого превращенія, берется изъ воздуха. Этотъ кислородъ соединяется съ веществами, изъ которыхъ состоитъ свѣча. То же самое мы нашли бы и при горѣніи дерева, масла, керосина и многихъ другихъ тѣлъ. Мы можемъ сказать, что горѣніе въ воздухѣ есть окисленіе.

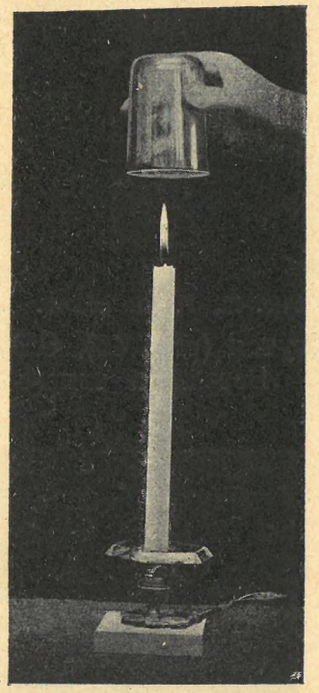


Рис. 44. — Стѣнки стакана, опрокинутаго надъ горящей свѣчей, покрываются влагой. (По фотографіи).

§ 2. Пламя.

Вспомнимъ объ опытѣ горѣнія стальной пружины въ кислородѣ (см. „Составъ воздуха“, § 4). Мы видѣли, что горящій кончикъ ея ярко свѣтился и отъ него во всѣ стороны, какъ искры, разлетались раскаленныя, расплавленныя капельки. Но пламени вокругъ горящаго кончика пружины мы не видѣли. Наоборотъ,—когда горитъ лучинка, то вокругъ ея раскаленнаго кончика мы видимъ языкъ пламени; то же самое—и вокругъ кончика фитиля свѣчи. Если дуть на пламя, то оно наклоняется въ сторону, если же воздухъ спокоенъ, то оно поднимается прямо кверху. Чѣмъ объяснить такую разницу въ горѣніи? Почему нѣкоторыя тѣла горятъ безъ пламени (какъ стальная пружина въ кислородѣ), а другія (лучина, свѣча, бумага и т. п.)—съ пламенемъ? И что такое пламя?

*) Это нѣчто, „родящее“ воду,—называютъ водородомъ. Съ нимъ мы познакомимся позднѣе, когда будемъ говорить о водѣ.

Присматриваясь къ пламени свѣчи, мы замѣчаемъ, что оно **неоднородно**. Внутри, вокругъ кончика фитиля, видна темная часть пламени. Снаружи отъ нея находится главная часть пламени—бѣлая, свѣтящаяся, затѣмъ идетъ синеватая, едва замѣтная полоска*), которая окружаетъ собою въ видѣ пелены почти все пламя (рис. 45).

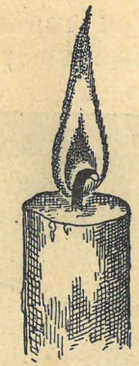


Рис. 45.—Пламя свѣчи.

Вставимъ изогнутую стеклянную трубку однимъ концомъ внутрь темной части пламени, возлѣ кончика фитиля. По этой трубкѣ пойдутъ изъ темной части пламени какіе-то газы. Если мы поднесемъ горящую спичку къ другому концу трубки, то выходящіе по трубкѣ газы—зажгутся (рис. 46). Слѣдовательно, они горючи.

Возьмемъ теперь листъ бѣлой бумаги и осторожно коснемся имъ самаго кончика пламени. Если пламя было спокойно, то на бумагѣ не окажется копоти. Но опустимъ бумагу ниже—такъ, чтобы ее лизнула свѣтящаяся часть пламени,—тогда на бумагѣ сейчасъ же сядетъ черными пятнами копоть, т. е. мелкій порошекъ угля. Еще лучше получается копоть, если въ свѣтящуюся часть пламени ввести холодную стеклянную палочку (рис. 47).

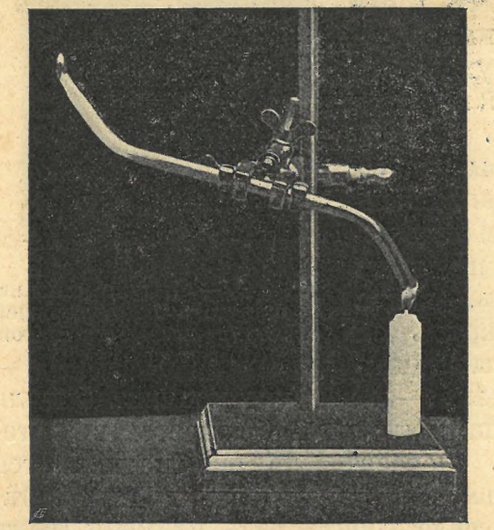


Рис. 46.—Полученіе горючаго газа изъ внутренней части пламени свѣчи. (По фотографіи).

Теперь мы сможемъ понять, что происходитъ въ пламени свѣчи. Отъ жара пламени стеаринъ*) плавится и стекаетъ къ фитилю. Онъ пропитываетъ фитиль и поднимается по фитилю внутрь пламени. Здѣсь жаръ уже такъ силенъ, что жидкій стеаринъ испаряется изъ фитиля, т. е. превращается въ газъ. Изъ этого горючаго газа состоитъ внутренняя часть пламени, какъ показалъ намъ опытъ (рис. 46). Сюда, однако, еще не доходитъ воздухъ; стало быть и горѣнія здѣсь еще нѣтъ. Вотъ почему внутренняя часть пламени—темная.

*) Чтобы лучше видѣть ее, слѣдуетъ смотрѣть на спокойное пламя, поставивши сзади него темный предметъ (напримѣръ, книгу въ черномъ переплетѣ), а впереди листъ бумаги такъ, чтобы онъ не закрывалъ отъ глаза только одинъ край пламени.

Въ болѣе наружной части пламени пары стеарина уже встрѣчаются съ воздухомъ и загораются. Однако, сгораютъ они не сразу. Опытъ намъ показалъ, что въ свѣтлой части пламени много несгорѣвшихъ частицъ угля (копоть). Очевидно, въ этой части пламени воздуха еще не такъ много, чтобы могъ сгорѣть весь углеродъ стеарина. Но, съ другой стороны, отъ сильнаго жара мельчайшія твердыя частички углерода должны быть раскалены, а раскаленныя твердыя тѣла свѣтятся. Вотъ почему—и сама эта часть пламени такъ свѣтится: она наполнена мельчайшими раскаленными частицами угля.

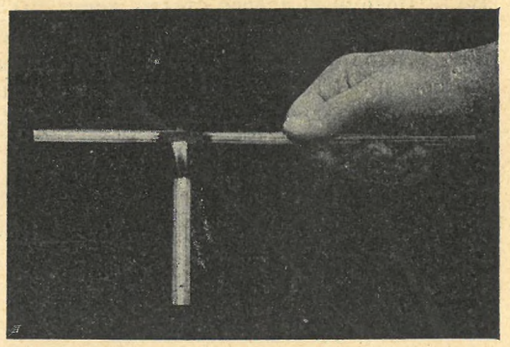


Рис. 47.—Холодная стеклянная палочка въ свѣтящейся части пламени покрывается копотью. (По фотографіи).

Въ самой наружной части пламени твердыхъ частицъ углерода уже нѣтъ; онѣ уже сгорѣли, и здѣсь горятъ только газы. Раскаленные газы даютъ слабый свѣтъ. Поэтому наружная пелена пламени едва замѣтна.

Если въ пламени свѣчи держать булавку или иголку, то можно замѣтить, что въ наружной пеленѣ пламени она раскаляется сильнѣе, чѣмъ въ свѣтящейся части пламени. Такъ оно и должно быть:—снаружи воздухъ имѣетъ свободный доступъ въ пламя, а мы знаемъ, что

*) У восковой свѣчи, конечно, не стеаринъ, а воскъ; у сальной—сало; у парафиновой—парафинъ.

избытокъ воздуха усиливаетъ горѣніе, но чѣмъ сильнѣе горѣніе, тѣмъ долженъ быть и больше жаръ.

Послѣ того, что мы узнали о пламени свѣчи, мы можемъ сказать, что пламя ея происходитъ отъ паровъ стеарина, т. е. отъ горючихъ газовъ. При горѣніи дерева и другихъ подобныхъ веществъ отъ дѣйствія жара на нихъ также образуются прежде всего горючіе газы. При горѣніи стальной пружины въ кислородѣ никакихъ горючихъ газовъ не происходитъ, поэтому и пламени—нѣтъ.

---

1. Какое химическое измѣненіе происходитъ при горѣніи тѣлъ въ воздухѣ? Почему ламповое стекло, когда мы зажигаемъ лампу, прежде, чѣмъ оно нагрѣется, покрывается изнутри влагою (отпотѣваетъ)?

2. Что такое пламя? Почему оно поднимается кверху? Изъ какихъ частей оно состоитъ? Почему, если слишкомъ сильно вывернуть фитиль у лампы, лампа начинаетъ коптѣть? Когда при горѣніи бываетъ не видно пламени?

Вода.

I. Вода въ природѣ.

Для окружающей насъ природы ничто не имѣетъ такого важнаго значенія, какъ вода. Жизнь на землѣ была бы невозможна безъ воды. Нѣтъ такого живого существа, которое не заключало бы въ себѣ воды. Наше тѣло на три четверти состоитъ изъ воды. Большая часть поверхности земного шара покрыта водою. Суша, образующая материки, представляется лишь островами на безбрежномъ океанѣ. Если бы поверхность земли была совершенно ровная, то вода покрыла бы весь земной шаръ слоемъ болѣе, чѣмъ въ двѣ версты глубиною.

Вода, находящаяся на землѣ и падающая на землю въ видѣ дождя,—прилипая къ частицамъ земли, проникаетъ между ними вглубь и пропитываетъ собою почву *). Поэтому почва всегда содержитъ въ себѣ воду. Изъ почвы ее берутъ растенія своими корнями.

Въ холодное время вода замерзаетъ и держится на землѣ въ видѣ льда и снѣга.

Высыхая на воздухѣ, вода поднимается въ атмосферу въ видѣ газа (водяного пара). Поэтому и въ атмосферѣ всегда есть вода въ газообразномъ состояніи.

Такимъ образомъ, вода въ природѣ очень распространена и встрѣчается во всѣхъ трехъ состояніяхъ: въ жидкомъ, твердомъ и газообразномъ.

---

*) См. „Общее знакомство съ тѣлами“, § 10, волосность.

II. Вода въ жидкомъ видѣ.

§ 1. Особенности измѣненія объема воды при охлажденіи.

Когда мы знакомились со свойствами тѣлъ, то мы видѣли, что тѣла отъ нагрѣванія расширяются, а отъ охлажденія сжимаются, и поэтому измѣняется ихъ удѣльный вѣсъ и плотность.

Слѣдовательно, холодная вода должна быть плотнѣе теплой, а, значитъ, стаканъ холодной воды—долженъ быть тяжелѣе, чѣмъ совершенно такой же стаканъ съ горячей водой. Однако, при измѣненіи объема воды отъ ея охлажденія можно замѣтить очень важную особенность воды, отличающую ее отъ другихъ жидкостей.

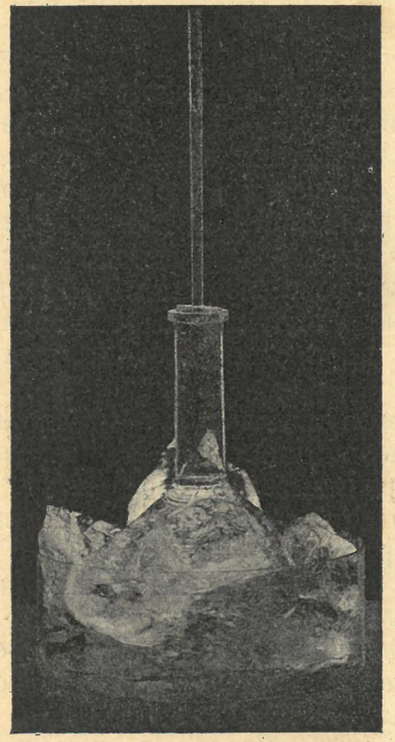


Рис. 48.—Измѣненіе объема воды при охлажденіи. (По фотографіи).

За измѣненіемъ объема воды при охлажденіи можно слѣдить съ помощью наполненной водою колбы, сквозь пробку которой продѣта тонкая стеклянная трубка (рис. 48)*). Окруживъ такую колбу льдомъ, мы замѣтимъ, что уровень воды въ трубкѣ—понижается; слѣдовательно, вода сжимается. Однако, за нѣкоторое время до замерзанія воды,—уровень воды перестанетъ понижаться, а при дальнѣйшемъ охлажденіи начнетъ снова, хотя и очень немного, подниматься. Значитъ, вода начала снова расширяться.

Этотъ опытъ учитъ насъ, что при остываніи вода сначала сжимается и потому дѣлается тяжелѣе, но затѣмъ она снова расширяется и дѣлается легче. Если бы

*) Колба должна быть достаточно велика, а трубка—очень узкая.

мы въ колбу, въ которой остываетъ вода, помѣстили термометръ, то увидѣли бы, что вода начинаетъ расширяться тогда, когда въ ней чуть меньше четырехъ градусовъ тепла *). Слѣдовательно, самый большой вѣсъ вода имѣетъ при 4^0 тепла. Удѣльный вѣсъ, какъ болѣе теплой, такъ и болѣе холодной воды будетъ меньше. При измѣреніи удѣльнаго вѣса различныхъ тѣлъ за вѣсъ воды (за единицу) принимается ея вѣсъ именно при 4^0 тепла.

Такая особенность воды при ея охлажденіи имѣетъ громадное значеніе. Какъ холодный воздухъ опускается книзу, а теплый поднимается кверху, такъ въ прудѣ или озерѣ холодная вода будетъ опускаться на дно, а изъ глубины будутъ подниматься кверху струи теплой воды. Такъ будетъ двигаться вода до тѣхъ поръ, пока вся она не остынетъ до 4-хъ градусовъ. Послѣ этого болѣе холодная вода будетъ уже болѣе легкою. Она не будетъ уже опускаться на дно и, замерзая, превратится въ корочку льда на поверхности озера. Кора льда защищаетъ остальную воду озера или рѣки отъ быстраго охлажденія. Если бы этого не было, то на зиму вся вода превратилась бы въ сплошной ледъ, и большинство водяныхъ животныхъ погибло бы.

§ 2. Цвѣтъ воды.

Хотя вода кажется намъ безцвѣтною, но, какъ и воздухъ, она имѣетъ цвѣтъ. Чтобы видѣть его, можно поступить слѣдующимъ образомъ: возьмемъ стеклянную трубку съ ровно обрѣзанными краями, аршина въ два длиною и примѣрно въ полдюйма шириною. Оклеимъ ее снаружи черною бумагою такъ, чтобы свѣтъ не проходилъ черезъ стѣнки трубки. Потомъ на одинъ изъ концовъ трубки плотно наклеимъ сургучемъ (еще лучше смолою) кусочекъ чистаго стекла. Когда сургучъ (или смола) затвердѣетъ, въ трубку черезъ другой открытый конецъ нальемъ совершенно чистой воды до самаго края; потомъ, закрывъ этотъ конецъ пальцемъ, перевернемъ трубку и опустимъ конецъ ея въ стаканъ съ водою (рис. 49). Вода изъ трубки не будетъ выливаться, пока открытый конецъ ея опу-

*) По термометру Цельзія.

щенъ въ воду. Теперь насыплемъ въ стаканъ порошка мѣла, сильно освѣтимъ его и посмотримъ въ стаканъ черезъ трубку. Вмѣсто бѣлаго мѣла мы увидимъ тогда голубую воду. Бѣлая муть, на которую мы смотримъ черезъ воду въ трубкѣ, кажется голубою, какъ будто мы смотримъ на нее черезъ голубое стекло. Значитъ, цвѣтъ чистой воды — голубой. Чѣмъ длиннѣе трубка, чѣмъ прозрачнѣе вода и чѣмъ сильнѣе освѣщенъ мѣлъ, на который мы смотримъ черезъ трубку, тѣмъ чище и красивѣе кажется синева воды.

Рис. 49.—Опредѣленіе цвѣта воды. (По фотографіи).

§ 3. Раствореніе въ водѣ твердыхъ тѣлъ.

Если бросить въ воду кусокъ сахара, то онъ распустится въ водѣ. Мы говоримъ: „сахаръ растворился въ водѣ“. Такимъ же образомъ въ водѣ растворяются очень многія вещества (приведите примѣры!). Распуская ихъ въ водѣ, мы получаемъ ихъ растворы (въ водѣ). Какъ объяснить себѣ такую способность твердаго тѣла (напримѣръ, сахара или соли) при растворе-ніи смѣшиваться съ жидкимъ тѣломъ (въ нашемъ примѣрѣ—съ водой)?

Возьмемъ вмѣсто безцвѣтнаго сахара кусочекъ какого-нибудь вещества, имѣющаго цвѣтъ. Хорошо для этого взять марганцево-каліеву соль*). Маленькій кусочекъ марганцево-каліевой соли привяжемъ на ниткѣ къ карандашу и опустимъ его въ стаканъ съ водою, положивъ карандашъ на край стакана, какъ показано на рисункѣ

*) Марганцево-каліева соль очень хорошо растворима въ водѣ и имѣетъ темный пурпуровый цвѣтъ.

(рис. 50). Мы тогда увидимъ, какъ изъ марганцево-каліевой соли сейчасъ же побѣжитъ книзу на дно стакана, какъ бы струя окрашенной жидкости. Вода у дна стакана скоро окрасится въ густой фіолетовый цвѣтъ, но выше будетъ находится вода, почти не окрашенная или слабо розоватая *).

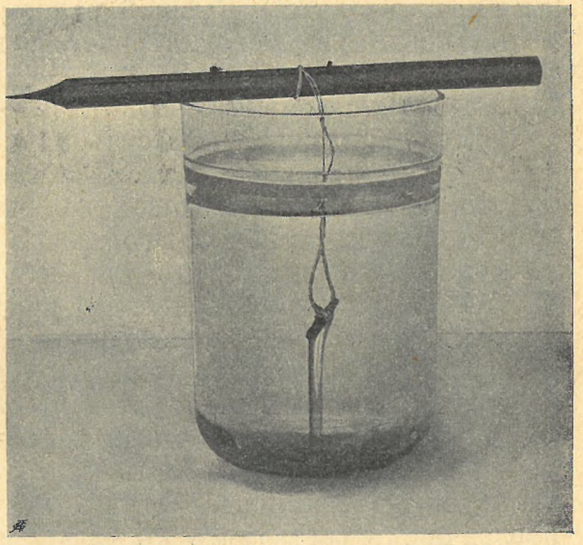


Рис. 50.—Раствореніе въ водѣ кусочка марганцево-каліевой соли. (По фотографіи).

Объяснить себѣ это явленіе не трудно, если вспомнить (смотри „Общія свойства тѣлъ“, § 6), что вода, марганцево-каліева соль и всѣ другія тѣла состоятъ изъ мельчайшихъ частицъ (молекулъ). Частицы марганцево-каліевой соли начали расходиться въ водѣ во всѣ стороны, размѣщаясь между частицами воды. Но марганцево-каліева соль тяжелѣе воды, значитъ, и смѣсь ея частицъ съ частицами воды тоже тяжелѣе чистой воды. Поэтому она должна опускаться на дно стакана. И мы дѣйствительно видимъ опускающуюся на дно стакана окрашенную струю.

Если оставить стаканъ стоять покойно, то постепенно весь растворъ марганцево-каліевой соли сядетъ на дно. Но на этомъ дѣло не кончается. Вы вскорѣ замѣтите, что почти безцвѣтная вода надъ растворомъ соли мало-по-малу окрашивается сильнѣе. Часа черезъ полтора она станетъ уже свѣтло-пурпуровою. Это показываетъ, что частицы марганцево-каліевой соли продолжаютъ путешествовать между частицами воды. Понемногу они разойдутся равномѣрно по всей водѣ.

*) Опытъ хорошо удается только тогда, когда вода въ стаканѣ совершенно спокойна.

Если въ стаканъ съ водою прибавлять щепотку за щепоткой обыкновенную соль, то вскорѣ соль начнетъ растворяться труднѣе. Потомъ она совсѣмъ перестанетъ растворяться, сколько бы вы ни мѣшали воду. Слѣдовательно, въ опредѣленномъ количествѣ воды можетъ раствориться только опредѣленное количество соли*). Крѣпкій растворъ соли, въ которомъ соль больше уже не растворяется, называется „насыщеннымъ“ растворомъ.

Попробуйте приготовить насыщенные растворы изъ различныхъ твердыхъ веществъ, напримѣръ, изъ селитры, квасцовъ и кухонной соли. Для каждаго изъ этихъ веществъ возьмите одинаковое количество воды (напримѣръ—по полъ стакана). Постепенно прибавляя вещество къ водѣ, вы увидите, что для полученія насыщенныхъ растворовъ (въ комнатной водѣ) вамъ придется взять селитры вдвое больше, чѣмъ квасцовъ, а кухонной соли — немногимъ больше, чѣмъ селитры. Слѣдовательно, не всѣ твердыя вещества растворяются въ водѣ одинаково много.

Приготовимъ насыщенный растворъ квасцовъ въ горячей водѣ. Для этого намъ придется всыпать въ воду очень много квасцовъ. Затѣмъ поставимъ стаканъ съ прозрачнымъ растворомъ въ чашку съ холодной водой и будемъ мѣшать его ложкой. Какъ только вода въ стаканѣ остынетъ достаточно, вы увидите, какъ она быстро начнетъ мутнѣть. Эта муть – не что иное, какъ осаждающіеся изъ воды квасцы. Пока вода была горяча, они были въ растворѣ, когда же она остыла, они выдѣлились изъ него. Этотъ опытъ показываетъ, что твердыя вещества (—хотя и не всѣ—) въ горячей водѣ растворяются больше, чѣмъ въ холодной.

Если тотъ же опытъ вы продѣлаете съ кухонной солью, то замѣтите, что она растворяется почти одинаково, какъ въ холодной, такъ и въ горячей водѣ. Значитъ, различныя твердыя вещества растворяются не одинаково. Есть много твердыхъ веществъ, растворенія которыхъ въ водѣ мы совсѣмъ не замѣчаемъ (напримѣръ, сталь, мѣдь).

*) Хотя при растворенiи поваренной соли частицы ея не остаются безъ измѣненія (и даже вступаютъ въ непрочное соединеніе съ водою), но для простоты мы представляемъ себѣ растворенiе твердаго тѣла въ жидкости, какъ простое расхожденiе частицъ его между частицами жидкости (стр. 63). Слѣдуя такому представленію, мы можемъ сказать, что въ промежуткахъ между частицами воды не можетъ помѣститься сколько угодно частицъ соли. Когда эти промежутки такъ или иначе будутъ заняты,—растворенiе прекратится.

§ 4. Растворенiе въ водѣ газовъ.

Возьмите стаканъ со свѣжей холодной водой, прямо изъ водопровода или изъ колодца, и оставьте его спокойно стоять въ теплой комнатѣ. Вода понемногу согрѣется, и вы увидите, какъ на стѣнкахъ стакана изнутри осядутъ мелкіе пузырьки воздуха (рис. 51). Откуда онъ взялся? Очевидно, не изъ стѣнокъ стакана, а изъ воды. Значитъ, онъ раньше былъ растворенъ въ водѣ, а теперь выдѣлился изъ нея.

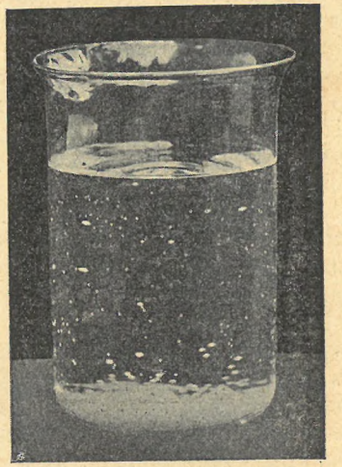


Рис. 51.—Осѣвшіе на стѣнки стакана пузырьки воздуха, выдѣлившагося изъ воды. (По фотографіи).

Подобно воздуху растворяются въ водѣ и другіе газы. Но, какъ и твердыя тѣла, они растворяются въ водѣ неодинаково. Углекислаго газа, напримѣръ, растворяется въ холодной водѣ въ 70 разъ больше, чѣмъ воздуха (чѣмъ вода теплѣе, тѣмъ эта разница меньше). Кислорода въ холодной водѣ растворяется вдвое больше, чѣмъ азота. Поэтому въ воздухѣ, растворенномъ въ водѣ, кислорода больше, чѣмъ въ обыкновенномъ воздухѣ.

Изъ воды въ стаканѣ въ вашемъ опытѣ выдѣлился воздухъ тогда, когда вода согрѣлась. Такъ же точно, если мы поставимъ каструльку съ обыкновенной водою на огонь и будемъ нагрѣвать ее, то прежде, чѣмъ вода закипитъ, мы увидимъ, какъ воздухъ будетъ пузырьками выходить изъ нея. То же можно сказать и о другихъ газахъ: въ отличіе отъ твердыхъ тѣлъ газы въ холодной водѣ растворяются больше, чѣмъ въ горячей.

§ 5. Отношенiе между растворенiемъ газовъ въ водѣ и ихъ свойствами.

Нельзя ли движенiемъ частицъ газа (см. „Воздухъ“ II, § 5) объяснить нѣкоторыя важныя особенности растворенія газа въ жидкости?

Предположимъ, что вы бросаете горсть песка въ губку. Часть песчинокъ,—ударившись о губку, отскочитъ, но другая часть попадетъ

въ ноздри (поры) губки и останется въ губкѣ. Представимъ теперь себѣ въ сосудѣ воду, а надъ нею—воздухъ (т. е. газъ). Частицы газа, двигаясь, ударяются о воду. Нѣкоторыя изъ нихъ могутъ при этомъ попадать,—какъ песчинки въ поры губки,—въ промежутки между частицами воды. Такія частицы будутъ задерживаться въ водѣ и, продолжая двигаться,—входить въ воду. Мы говоримъ: „воздухъ растворяется въ водѣ“.—Но если при раствореніи газа въ водѣ частицы его входятъ въ воду и если онѣ могутъ двигаться во всѣ стороны, то надо признать, что и обратно—частицы газа, уже вошедшія въ воду, могутъ выходить изъ воды. Если же въ воду будетъ входить столько же частицъ газа, сколько обратно будетъ выходить изъ нея, то число частицъ газа въ водѣ, конечно, не будетъ увеличиваться. Мы тогда говоримъ: „газъ пересталъ растворяться въ водѣ“, т. е. мы получили теперь насыщенный растворъ газа въ водѣ (въ жидкости).

Представимъ теперь себѣ, что воздухъ надъ водою мы будемъ сжимать. Намъ извѣстно, что при сжиманіи газа, давленіе его увеличивается,—а мы видѣли („Воздухъ“ II, § 5), что увеличеніе давленія при сжатіи газа зависитъ отъ увеличенія числа ударяющихся въ стѣнки сосуда частицъ газа. Поэтому и здѣсь, когда мы сожмемъ воздухъ надъ водою, должно увеличиться число частицъ, ударяющихся въ воду. Но въ такомъ случаѣ будетъ уже попадать внутрь воды больше частицъ газа, чѣмъ выходить изъ нея. Значитъ, газъ опять начнетъ растворяться въ водѣ до тѣхъ поръ, пока число частицъ его, выскакивающихъ изъ воды, не станетъ снова одинаковымъ съ числомъ частицъ его, вскакивающихъ въ воду. Вотъ почему при увеличеніи давленія на газъ онъ растворяется въ водѣ (жидкости) больше. Если, наоборотъ, давленіе уменьшается, то часть газа изъ воды должна уйти.

Мы видѣли, что при нагрѣваніи газа частицы его начинаютъ двигаться быстрѣе („Воздухъ“ II, § 5). Слѣдовательно, если мы станемъ нагрѣвать воду, въ которой растворенъ воздухъ, то частички воздуха въ водѣ будутъ двигаться быстрѣе. Поэтому ихъ будетъ больше выскакивать изъ воды. Если воду достаточно нагрѣть, то раньше растворенный въ ней воздухъ—начнетъ изъ нея уходить. Мы говоримъ: „газы въ горячей водѣ растворяются меньше, чѣмъ въ холодной“.

§ 6. Фильтрованіе и перегонка воды. Круговоротъ воды.

Послѣ сказаннаго о растворе ніи въ водѣ разныхъ тѣлъ не трудно понять, почему въ природѣ нѣтъ такой воды, въ которой бы не было никакихъ примѣсей. Даже дождевую воду нельзя назвать совершенно чистою, а про рѣчную воду нечего и говорить.

Текущая по землѣ вода уноситъ съ собою встрѣчаемыя на землѣ вещества и въ видѣ растворовъ, и въ

видѣ нерастворимой въ водѣ мути. Отъ мути легко освободить воду процѣживаніемъ. Для процѣживанія обыкновенно употребляютъ непроклеенную пропускную бумагу, изъ которой вырѣзаютъ кружокъ, сгибаютъ или свертываютъ его и вкладываютъ внутрь воронки (рис. 52). Въ воронку наливаютъ воду. Тогда вода будетъ проходить черезъ бумагу, а весь соръ—оставаться на бумагѣ въ воронкѣ. Такое процѣживаніе жидкостей называется фильтрованіемъ.

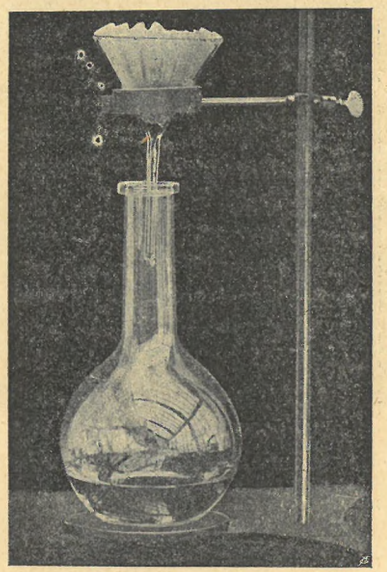


Рис. 52.—Фильтрованіе воды. (По фотографіи).

Фильтровать воду можно также черезъ толстое сукно, черезъ чистый мелкій песокъ и вообще черезъ всякія пористыя тѣла. Но какъ бы мы ни фильтровали воду, фильтрованіемъ нельзя отдѣлить отъ нея веществъ, которыя въ ней растворены, потому что невидимыя частицы растворенаго въ водѣ вещества гораздо мельче грубыхъ поръ различныхъ пористыхъ тѣлъ и поэтому будутъ проходить черезъ нихъ.

Какъ же получить совершенно чистую воду, безъ всякихъ примѣсей?.. Нальемъ въ колбу темно-пурпуроваго раствора марганцево-каліевой соли. Черезъ пробку колбы проведемъ стеклянную трубку въ другую колбу, которую поставимъ въ снѣгъ (см. рис. 53) *). Подъ первую колбу съ растворомъ поставимъ горѣлку или лампочку и будемъ кипятить растворъ. Кипящая вода будетъ превращаться въ паръ. Паръ будетъ уходить изъ первой колбы по трубкѣ и переходить во вторую колбу. Здѣсь онъ будетъ охлаждаться и снова превращаться въ жидкую воду.

---

* Если нѣтъ снѣга, то вторую колбу можно обернуть мокрой пропускною бумагой и время отъ времени поливать ее холодной водою.

Черезъ нѣкоторое время мы замѣтимъ, что во второй колбѣ собирается не растворъ марганцево-каліевой соли, а совершенно чистая, прозрачная вода, вся же марганцево - каліевая соль будетъ оставаться въ первой колбѣ. То же вы могли бы продѣлать и съ другими растворами. Напримѣръ, въ первую колбу—налить раствора обыкновенной поваренной соли, а воду во второй колбѣ послѣ опыта попробовать на вкусъ и убѣдиться такимъ способомъ въ томъ, что въ ней нѣтъ ни капельки соли.

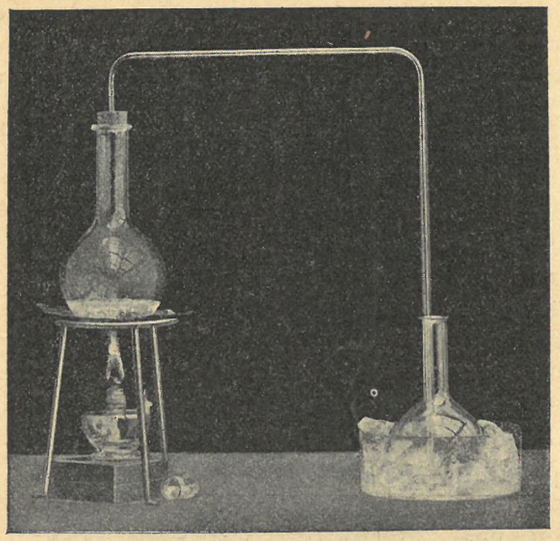


Рис. 53.—Перегонка воды. (По фотографіи).

Если позволяетъ время, сдѣлайте еще такой опытъ: отвѣсьте опредѣленное количество поваренной соли *), растворите ее въ водѣ и поставьте вашъ растворъ въ кастрюлькѣ на огонь. Когда вся вода выкипитъ, то въ кастрюлькѣ останется соль. Соберите ее и свѣсьте. Тогда вы увидите, что осталось все то количество соли, которое вы взяли для раствора.

Итакъ, чтобы отдѣлить воду отъ растворенныхъ въ ней твердыхъ веществъ, ее кипятятъ, водяные пары собираютъ и, охлаждая ихъ, снова превращаютъ въ воду. Такой способъ очистки воды называется перегонкой.

Въ природѣ постоянно происходитъ подобная перегонка воды.—Вся вода, которая течетъ по землѣ въ видѣ ключей, ручьевъ и рѣкъ—получается изъ дождя и снѣга. Рѣки текутъ въ моря и въ озера. Съ поверхности ихъ,

*) Соль должна быть совершенно сухою.

точно такъ же, какъ и съ поверхности всей земли, вода снова испаряется, собирается въ облака и тучи и снова падаетъ на землю. Такъ происходитъ на землѣ постоянная перегонка воды и вѣчный круговоротъ ея (рис. 54). Вотъ почему въ открытыхъ моряхъ количество воды не прибавляется и не убываетъ: вся вода, приносимая рѣками, испаряется, а вся испаряющаяся вода снова приносится рѣками.

Вмѣстѣ съ собой рѣки приносятъ въ моря всѣ тѣ вещества, которыя находятся въ ихъ водѣ, и все, что не

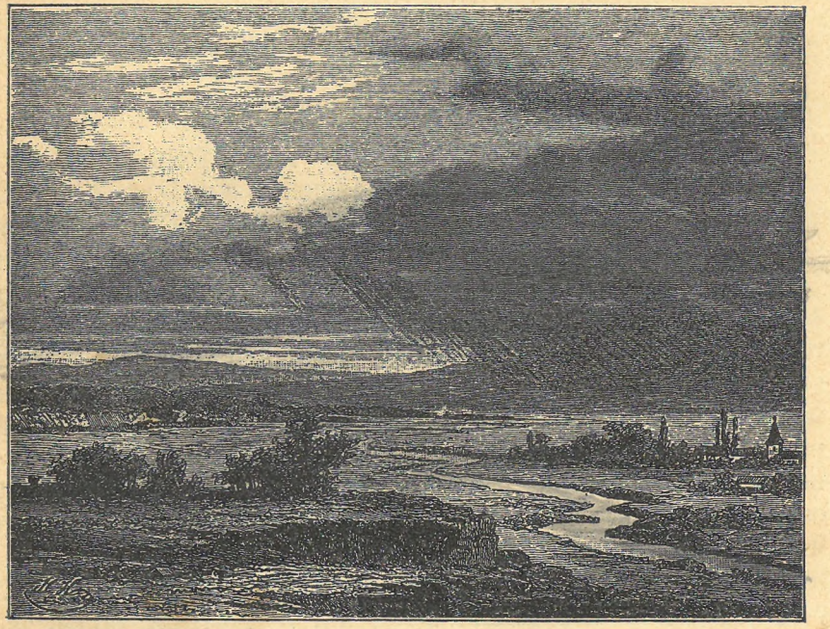


Рис. 54.—Круговоротъ воды.

можетъ испариться вмѣстѣ съ водой, остается въ моряхъ. Такъ въ моряхъ мало-по-малу скопились различныя твердыя вещества, растворимыя въ водѣ, и между ними всего больше обыкновенной соли. Вода въ моряхъ поэтому всегда соленая, а въ рѣкахъ—прѣсная.

---

1. Чѣмъ отличается вода отъ другихъ жидкостей въ измѣненіи объема своего при охлажденіи? Почему въ нашихъ странахъ зимою ледъ на рѣкахъ и озерахъ растетъ сверху внизъ, а не снизу вверхъ?

2. Что происходитъ при растворенiи различныхъ тѣлъ въ водѣ? Всегда ли плотность раствора больше плотности чистой воды? Что называется насыщенными растворами? Одинаково ли различныя вещества растворяются въ водѣ? Какъ вліяетъ нагрѣваніе воды на растворенiе въ ней твердаго тѣла?

3 Какое отличіе въ растворенiи въ водѣ между газами и твердыми тѣлами? Какое—сходство? Почему рыбы задыхаются въ прокипяченной (и затѣмъ остуженной) водѣ?

4. Почему съ увеличенiемъ давленiя на газъ растворимость его въ водѣ увеличивается? Почему газы при нагрѣваніи воды выходятъ изъ нея?

5 Какіе вамъ извѣстны способы очистки воды? Какъ изъ морской воды получить прѣсную? Какъ отдѣлить соль, смѣшанную съ пескомъ, отъ песка? Почему вода въ моряхъ соленая?

III. Вода въ видѣ пара.

§ 1. Испареніе воды.

Высыханiемъ или простымъ испареніемъ воды мы называемъ медленное превращенiе воды въ паръ, т. е. въ газъ, безъ появленія въ ней пузырей водяного пара. Она испаряется только съ открытой своей поверхности.

Мы можемъ представить себѣ, что при испареніи воды на воздухѣ съ нею происходитъ то же самое, что и съ солью, растворяющеюся въ водѣ: при растворенiи соли—частички ея расходятся въ водѣ, при испареніи воды—частички воды расходятся въ воздухѣ. Поставьте рядомъ двѣ бутылки, въ которыя будетъ налито немного воды; одну бутылку плотно закупорьте пробкой, другую оставьте открытой. Черезъ нѣсколько дней вы замѣтите, что въ открытой бутылкѣ вода высохла, а въ закрытой—нѣтъ. Почему? Воздухъ въ открытой бутылкѣ не былъ отдѣленъ отъ наружнаго воздуха, и частицы воды, расходясь, могли выходить черезъ горлышко вонъ изъ бутылки. Въ закрытой же бутылкѣ онѣ могли расходиться только въ томъ воздухѣ, который былъ въ бутылкѣ. Какъ въ стаканѣ воды можетъ раствориться не больше опредѣленнаго количества соли (см. „Вода въ жидкомъ видѣ“, § 3), такъ, очевидно, и въ бутылкѣ воздуха можетъ разойтись не больше опредѣленнаго количества водяного пара. Такимъ образомъ, какъ могутъ быть насыщенные растворы твердыхъ веществъ въ водѣ, такъ можетъ быть и воздухъ насыщенъ водянымъ паромъ.

Если поставить перевернутый стаканъ на рыхлый сырой песокъ, то очень скоро воздухъ подъ стаканомъ насытится водянымъ паромъ. Насыпавъ сырого песку на блюдце, поставьте на него опрокинутый стаканъ (рис. 55). Примѣрно черезъ полчаса, снявъ стаканъ, прикройте его немедленно кускомъ картона и, перевернувъ дномъ книзу,—погрузите въ холодную воду. Тогда вы увидите, какъ стѣнки стакана изнутри покроются влагою или капельками воды *). Раньше эта вода была въ воздухѣ подъ стаканомъ въ видѣ водянаго пара. Охлаждая стаканъ, мы охладили и находящійся въ немъ воздухъ, насыщенный водянымъ паромъ. И вотъ, часть водяного пара выдѣлилась изъ воздуха въ видѣ капелекъ жидкой воды. Вспомнимъ нашъ опытъ съ выдѣленiемъ квасцевъ при охлажденiи горячаго насыщеннаго раствора ихъ. Здѣсь, передъ нами подобное же явленiе: въ тепломъ воздухѣ вода растворяется больше, чѣмъ въ холодномъ.

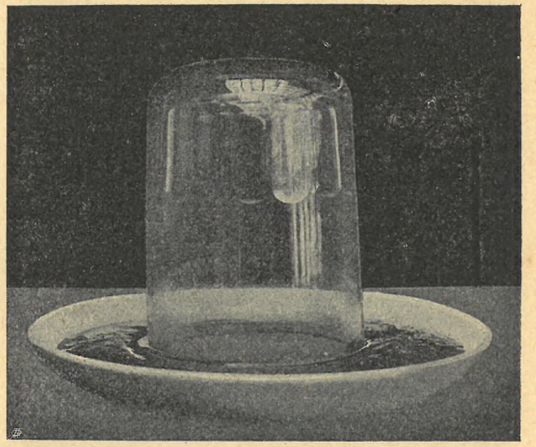


Рис. 55.—Насыщенiе водяными парами воздуха въ стаканѣ надъ сырымъ пескомъ. (По фотографіи).

Теплый комнатный воздухъ можетъ удержать въ себѣ въ три съ половиной раза больше водянаго пара, чѣмъ воздухъ при 0°. Слѣдовательно, если охлаждается воздухъ, въ которомъ содержится много водяныхъ паровъ, но который, однако, еще не насыщенъ ими, то при достаточномъ охлажденiи онъ становится уже насыщеннымъ водянымъ паромъ. При дальнѣйшемъ охлажденiи паръ изъ него долженъ частью выдѣляться. Подобныя явленія постоянно происходятъ вокругъ насъ. Напримѣръ, окна въ теплыхъ комнатахъ зимою нерѣдко покрываются влагою (мелкими капельками воды). Холодное стекло

*) Зимою можно не снимать стакана съ песка, а просто выставить его вмѣстѣ съ пескомъ на нѣсколько минутъ на холодъ.

охлаждаетъ прикасающійся къ нему теплый комнатный воздухъ, и водяной газъ изъ этого воздуха превращается въ жидкость. Частички жидкости прилипаютъ къ стеклу. На нихъ садятся все новыя и новыя частицы воды, потому что, благодаря постоянному передвиженію воздуха, къ холодному стеклу подходитъ все новый и новый влажный воздухъ. Удерживая другъ друга, частички воды мало-помалу образуютъ на холодномъ стеклѣ видимыя капельки жидкой воды.—Въ морозъ осѣвшая на нашихъ окнахъ влага — замерзаетъ, украшая ихъ ледяными узорами („ледяные цвѣты“, рис. 56).

Рис. 56.—Ледяные цвѣты на окнахъ. (По фотографіи).

§ 2. Кипѣніе воды.

Когда вода кипитъ, то она бурлитъ: мы слышимъ бульканье воды и видимъ, какъ изъ нея поднимаются пузыри. Мы уже знаемъ, что воздухъ выходитъ изъ воды во время ея нагрѣванія и въ началѣ кипѣнія. Слѣдовательно, появляющіеся теперь въ водѣ пузыри наполнены не воздухомъ, а водянымъ паромъ. Всплывая наверхъ, пузыри лопаются, и водяной паръ расходится въ воздухѣ. Итакъ, при кипѣніи, какъ и при высыханіи, жидкая вода испаряется, т. е. превращается въ газъ,—въ водяной паръ.

Нальемъ стеклянную колбу на половину водою, подвѣсимъ внутри колбы термометръ такъ, чтобы шарикъ его спускался въ воду, и поставимъ нашу колбу на огонь

(рис. 57). По мѣрѣ нагрѣванія мы можемъ слѣдить по термометру, какъ будетъ повышаться температура воды. Замѣтимъ температуру, когда вода закипитъ. (Намъ уже извѣстно, что вода кипитъ при 100° по термометру Цельзія или при 80° по термометру Реомюра, см. „Общее знакомство съ тѣлами“, § 14). Отодвигая или приближая колбу къ огню, будемъ нагрѣвать ее то слабѣе, то сильнѣе. Тогда и кипѣніе будетъ происходить то тише, то быстрѣе. Но при этомъ, какъ покажетъ намъ термометръ, температура кипящей воды, такъ же какъ и пара, поднимающагося надъ нею, не будетъ ни понижаться, ни повышаться. Между тѣмъ, само собою понятно, что, когда мы отодвигаемъ колбу отъ огня, она получаетъ меньше тепла, а когда придвигаемъ къ огню,—больше. Опытъ показываетъ намъ, что это вліяетъ только на быстроту кипѣнія (испаренія), а не на температуру кипящей воды и пара. Поэтому мы можемъ сказать, что тепло, которое получаетъ наша колба, идетъ во время кипѣнія воды не на нагрѣваніе воды, а на превращеніе воды въ паръ, т. е. на превращеніе жидкаго тѣла въ газообразное.

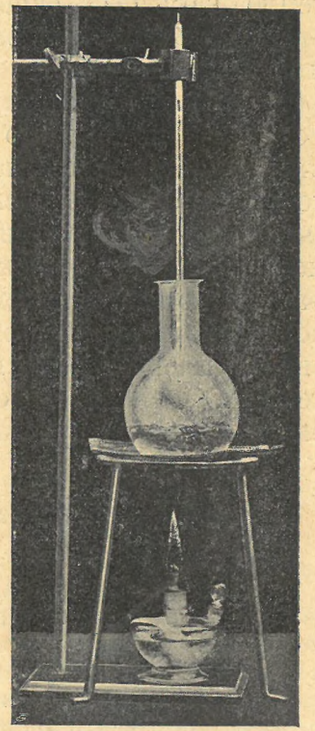


Рис. 57.—Температура воды во время кипѣнія не измѣняется. (По фотографіи).

§ 3. Скрытая теплота испаренія.

Если положить рядомъ холодный и горячій предметъ, то, какъ извѣстно, холодный предметъ нагрѣется: въ него перейдетъ часть тепла изъ горячаго предмета. Температура пламени спиртовой лампочки (или горѣлки) гораздо выше температуры кипящей воды (въ немъ, напримѣръ, легко плавится свинецъ, а въ па-

рахъ кипящей воды онъ не плавится). Поэтому, пока кипящая вода стоитъ на огнѣ, тепло изъ пламени должно постоянно переходить въ нее. Но мы уже знаемъ, что термометръ этого тепла не обнаруживаетъ. Значитъ, это тепло какъ бы „скрывается“ и уносится изъ воды вмѣстѣ съ паромъ; поэтому оно называется скрытою теплотою испаренія.

Значитъ, какъ при кипѣніи, такъ и при простомъ испареніи необходимо тепло для превращенія жидкой воды въ газъ,—и здѣсь часть тепла „скрывается“ („скрытая теплота испаренія“; см. § 2).

Такимъ образомъ, водяные пары, постоянно поднимающіеся съ земли кверху, уносятъ съ собою тепло. Но это тепло не пропадаетъ для земли. Рано или поздно водяные пары воздуха соберутся въ туманъ, въ облака, снова превратятся въ жидкую воду. Тогда-то скрытая теплота испаренія снова освобождается и согрѣваетъ окружающій воздухъ и землю.

§ 4. Движеніе частицъ при испареніи и кипѣніи.

Частицы газообразнаго тѣла отличаются тѣмъ, что онѣ быстро двигаются и стремятся расходиться во всѣ стороны. Въ жидкихъ же тѣлахъ частицы удерживаются другъ возлѣ друга сцѣпленіемъ (см. „Общее знакомство съ тѣлами“, § 8). Значитъ, для того, чтобы жидкость превратилась въ паръ, нужно заставить частицы ея быстрѣе двигаться и тогда онѣ также будутъ расходиться во всѣ стороны. На эту-то работу и идетъ скрытая теплота испаренія.

Когда вода испаряется, частицы ея, начиная быстрѣе двигаться, отрываются отъ ея поверхности и уходятъ въ воздухъ. Поэтому, если вода и воздухъ надъ нею заключены въ закрытомъ сосудѣ, то число частицъ водяного пара въ этомъ воздухѣ должно постепенно увеличиваться. Но мы должны представить себѣ, что и обратно изъ этого воздуха частицы водяного пара могутъ при своемъ движеніи попадать въ воду. Тогда онѣ удерживаются сцѣпленіемъ съ другими частицами жидкой воды и уже не могутъ двигаться такъ, какъ частицы газа. Онѣ, стало быть, присоединяются къ жидкой водѣ. Но въ такомъ случаѣ,—чѣмъ больше будетъ въ этомъ воздухѣ частицъ водяного пара, тѣмъ больше ихъ изъ воздуха будетъ присоединяться снова къ водѣ. Какъ только число частицъ, присоединяющихся къ водѣ, станетъ такимъ же большимъ, что и число частицъ, отрывающихся отъ воды и уходящихъ въ воздухъ, то воздухъ перестанетъ уже наполняться частицамм пара. Мы говоримъ тогда: „воздухъ надъ водою насыщенъ водяными парами“.

Чѣмъ сильнѣе нагрѣвать воду, тѣмъ быстрѣе частицы ея отрываются отъ нея и уходятъ въ воздухъ. Мы говоримъ: „вода въ открытомъ сосудѣ высыхаетъ быстрѣе, если ее нагрѣваютъ“.

Когда мы нагрѣемъ воду до кипѣнія, то частицы пара начинаютъ отрываться отъ нея не только на открытой поверхности ея, но и тамъ, гдѣ вода прилегаетъ къ стѣнкамъ или дну сосуда или къ различнымъ соринкамъ, находящимся въ водѣ. Въ такихъ закрытыхъ мѣстахъ частицы пара не могутъ сразу выйти изъ воды и собираются въ пузырьки. Какъ только маленькій пузырекъ пара гдѣ-либо появится, сейчасъ же къ нему присоединяются новыя частицы пара. Поэтому пузырекъ быстро вздувается и всплываетъ кверху.

Давленіе на воду должно стѣснять движеніе частицъ ея. Поэтому, если, нагрѣвая воду, мы вмѣстѣ съ тѣмъ станемъ увеличивать давленіе на нее, то выхожденіе изъ нея пара не будетъ ускоряться. Значитъ, вода не будетъ закипать. Вотъ почему при увеличеніи давленія въ атмосферѣ приходится нагрѣвать воду до болѣе высокой температуры, чтобы заставить ее закипѣть. Наоборотъ, если давленіе атмосферы уменьшается, то вода закипаетъ при болѣе низкой температурѣ.

§ 5. Туманъ и облака.

Воздухъ постоянно поглощаетъ влагу съ поверхности земли. Нагрѣваясь, онъ уноситъ ее съ собой кверху. Но намъ уже извѣстно, что въ тепломъ воздухѣ можетъ раствориться гораздо больше водяного пара, чѣмъ въ холодномъ. Вотъ почему сырой воздухъ, поднимаясь кверху и охлаждаясь, постепенно наполняется легкимъ туманомъ: сырость воздуха принимаетъ видъ крошечныхъ водяныхъ шариковъ, а они-то и образуютъ этотъ туманъ. Они такъ легки, что могутъ носиться въ воздухѣ, но все же это уже не газъ, а шарики жидкости.

Если въ морозный день открыть форточку въ теплой комнатѣ, то можно видѣть, какъ водяной газъ, находившійся въ комнатѣ, въ струѣ холоднаго воздуха тоже превращается въ туманъ.

Мы можемъ видѣть образованіе тумана въ воздухѣ при охлажденіи водяныхъ паровъ слѣдующимъ простымъ способомъ. Нальемъ стеклянную колбу на четверть водою, затѣмъ заткнемъ ее пробкой, сквозь которую просунемъ стеклянную трубку съ довольно тонкимъ кончикомъ и поставимъ на огонь (рис. 58). Когда вода закипитъ, то мы не увидимъ пара въ самой колбѣ надъ водою. Но

этотъ невидимый паръ будетъ вылетать черезъ трубку,

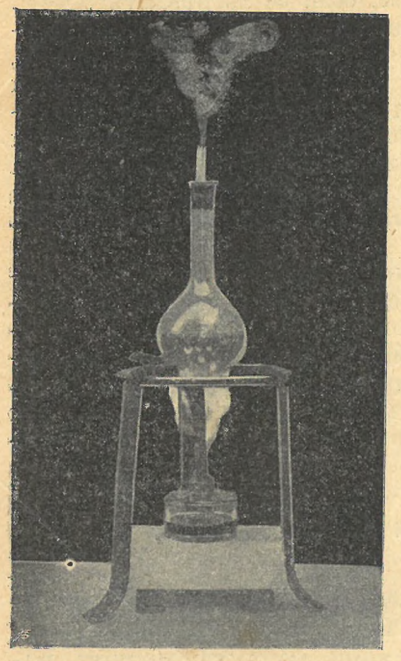
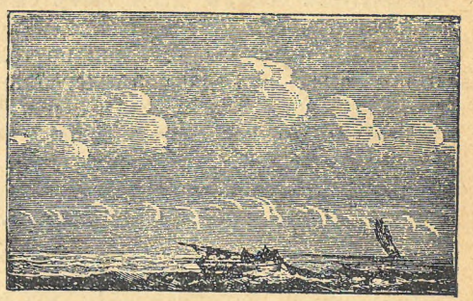
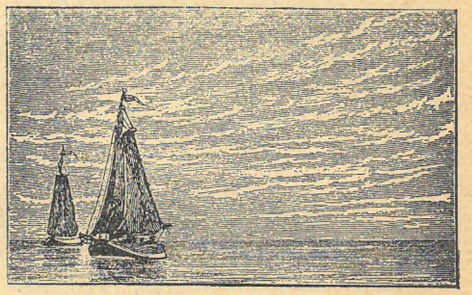


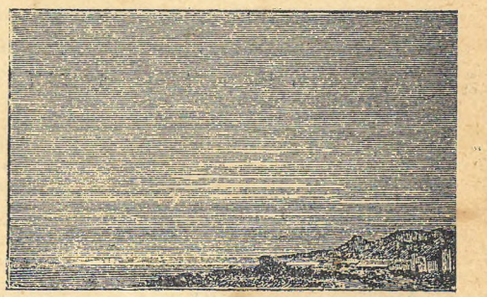
Рис. 58. -Образованіе пара. (По фотографіи).



I.



II.



III.

Рис. 59.—Различныя формы облаковъ. I—кучевыя. II—перистыя, III—слоистыя.

попадать въ холодный воздухъ и здѣсь уже превращаться въ столбъ видимаго тумана *).

Если легкій туманъ атмосферы дѣлается гуще, то, глядя на него снизу, съ земли, мы называемъ его облакомъ. Всѣ облака прежде были невидимымъ водянымъ паромъ, который поднимался отъ земли вмѣстѣ съ теплымъ воздухомъ.—Форма облаковъ бываетъ различна. Часто въ одно и то же время на небѣ бы-

*) Въ обыденной жизни мы и его называемъ „паромъ“. Но надо различать этотъ „видимый паръ“, или туманъ отъ настоящаго невидимаго газообразнаго пара.

ваютъ облака различнаго вида (рис. 59). Тогда можно видѣть, что разныя облака висятъ въ нѣсколько этажей другъ надъ другомъ.

По виду облаковъ можно примѣрно судить о высотѣ, на которой они держатся. Ниже другихъ держатся облака, похожія на клубы дыма, которыя громоздятся большими кучами другъ на друга. Сами облака названы поэтому „кучевыми“. Влажному теплому воздуху достаточно подняться на версту вверхъ, чтобы въ немъ родились кучевыя облака.

---

1. Что происходитъ съ водою при ея высыханіи? Отчего въ закрытомъ помѣщеніи бѣлье высыхаетъ медленнѣе, чѣмъ на открытомъ воздухѣ? Отчего въ сухую погоду вода испаряется быстрѣе, чѣмъ въ сырую? Чѣмъ походитъ испареніе воды въ воздухѣ на раствореніе въ водѣ твердыхъ тѣлъ? Почему на окнахъ зимою появляется водяная влага?

2. Чѣмъ кипѣніе отличается отъ простого испаренія? Почему вода, если ее снять съ огня, перестанетъ кипѣть даже въ томъ случаѣ, если ея температура не будетъ понижаться?

3. Почему, выходя изъ воды послѣ купанія, мы чувствуемъ холодъ? Почему горячій супъ или чай быстрѣе остываютъ, если на нихъ дуть? Что называется скрытою теплотою испаренія? Почему зимою, если небо покрывается тучами, въ воздухѣ теплѣетъ?

4. Почему въ воздухѣ, насыщенномъ водянымъ паромъ, вода перестаетъ испаряться? Почему въ кипящей водѣ появляются пузыри водяного пара? Почему на высокихъ горахъ вода кипитъ при температурѣ ниже 100° (по Цельзію)?

5. Что такое туманъ и облака? Почему, когда мы дышимъ на улицѣ зимою, изо-рта идетъ „паръ“?

IV. Вода въ видѣ снѣга и льда.

§ 1. Снѣгъ и ледъ.

Въ твердомъ видѣ мы встрѣчаемъ воду въ природѣ обыкновенно въ формѣ снѣга и льда. Ледъ покрываетъ зимою поверхность озеръ, рѣкъ и другихъ водныхъ бассейновъ, а снѣгъ падаетъ на землю изъ тучъ. Онъ состоитъ изъ отдѣльныхъ снѣжинокъ. Онѣ всегда рождаются въ морозномъ воздухѣ изъ тѣхъ крошечныхъ капелекъ воды, въ которыя собирается туманъ облаковъ.

Если въ морозный день вы посмотрите на только-что выпавшій пушистый снѣгъ, то вы замѣтите, что снѣжинки его имѣютъ форму крошечныхъ красивыхъ звѣз-

дочекъ (рис. 60). У каждой изъ нихъ шесть ажурныхъ лучей, которыми снѣжинки цѣпляются другъ за друга. Каждая снѣжинка состоитъ изъ частицъ льда, правильно расположенныхъ.

На вершинахъ высокихъ горъ снѣгъ лежитъ круглый годъ не только въ холодныхъ, но и въ жаркихъ странахъ (см. „Воздухъ“ II, § 8). На крутыхъ склонахъ горныхъ вершинъ снѣгъ, однако, не можетъ держаться долго. Порывистый вѣтеръ время отъ времени поднимаетъ цѣлыя облака снѣжной пыли и носитъ этотъ снѣгъ съ крутыхъ мѣстъ на болѣе отлогіе скаты, въ лощины и балки. Если же нѣтъ вѣтра, то самъ снѣгъ скатывается или обваливается книзу.

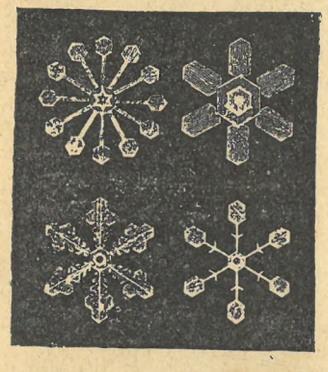


Рис. 60.—Снѣжинки.

Въ лощинахъ, окруженныхъ со всѣхъ сторонъ крутыми склонами горныхъ вершинъ, скопляется все больше и больше снѣга, и мало-по-малу лощины превращаются въ большія снѣговыя поля. Однако, этотъ снѣгъ уже не похожъ на только-что выпавшій снѣгъ, а напоминаетъ талый, слежавшійся весенній снѣгъ. Онъ уже не состоитъ изъ снѣжинокъ, а изъ круглыхъ ледяныхъ зернышекъ, или крупинокъ. Такой снѣгъ называютъ „фирномъ“, а сами снѣговыя поля—„фирновыми полями“.

Измѣненіе снѣга снѣжныхъ полей не кончается превращеніемъ пушистаго снѣга въ фирнъ. Только верхній снѣгъ ихъ остается фирномъ; нижній же, на который давитъ выше лежащій снѣгъ, еще болѣе слеживается, смерзается и мало-по-малу превращается въ сплошной ледъ.

§ 2. Замерзаніе воды и таяніе льда.

Нальемъ бутылку до верху холодной водою, закупоримъ ее плотно пробкой и оставимъ на морозѣ. Какъ только вода въ бутылкѣ начнетъ замерзать, бутылка лопнетъ: ее разорветъ замерзающая вода. Давленіе замерзающей воды такъ сильно, что не только бутылка не выдер-

живаетъ его, но даже чугунная съ толстыми стѣнками бомба, наполненная водою, при замерзаніи воды разрывается.

Это показываетъ, что при переходѣ воды изъ жидкаго въ твердое состояніе происходитъ значительное увеличеніе объема ея, а поэтому плотность замерзшей воды, т. е. льда, должна быть меньше плотности жидкой воды. Вотъ почему ледъ всегда плаваетъ на водѣ: удѣльный вѣсъ его меньше удѣльнаго вѣса воды.

Наполнимъ стаканъ *) кусочками льда и, вставивъ въ него термометръ, поставимъ на огонь. (рис. 61). Мы уже знаемъ, что ледъ начнетъ таять, когда температура поднимется до 0^0. Скоро часть льда превратится въ жидкую воду, въ которой будутъ плавать еще оставшіеся куски его. Если мы, не переставая, будемъ помѣшивать воду термометромъ, то температура смѣси льда съ водою не будетъ подниматься выше 0^0, пока весь ледъ не растаетъ.

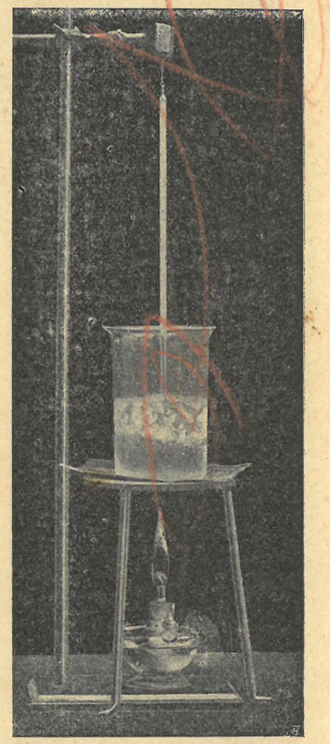


Рис. 61.—Температура во время таянія льда не измѣняется. (По фотографіи).

Вспомнимъ о нашемъ опытѣ съ кипѣніемъ воды (III, § 2 и § 3). Какъ при кипѣніи воды, тепло, получаемое водою, идетъ на превращеніе ее въ паръ, такъ и теперь, при таяніи льда, тепло, получаемое стаканомъ съ водою и льдомъ, идетъ на превращеніе твердаго тѣла (льда) въ жидкость (воду). Это тепло называется скрытою теплотою таянія (плавленія).

§ 3. Пластичность льда.

Если положить на скамью длинный кусокъ льда такъ, чтобы однимъ концомъ онъ лежалъ на скамьѣ, а другимъ свѣшивался съ нея, и если затѣмъ на оба конца

*) Такъ называемый „химическій“, въ которомъ можно нагрѣвать воду.

этого куска льда наложить тяжелыхъ камней (рис. 62), то на другой или третій день можно будетъ замѣтить, какъ ледъ подъ тяжестью камней согнется дугой. Такимъ способомъ можно постепенно сгибать ледъ, не ломая его. Если вы попробуете тотъ же кусокъ льда разогнуть сразу, то онъ навѣрное расколется.

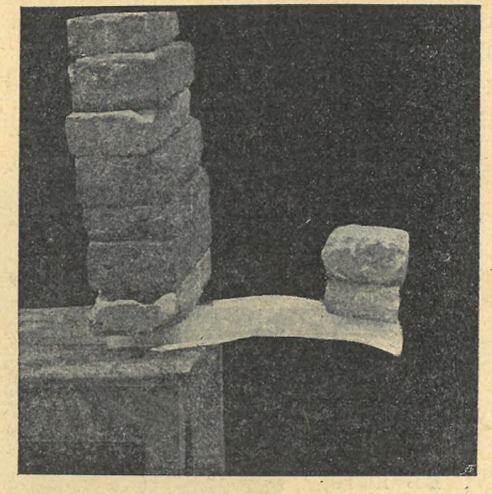


Рис. 62.—Изгибаніе куска льда. (По фотограф.).

Наколемъ сухой ледъ мелкими кусками. Насыплемъ его въ банку и оставимъ ее стоять на морозѣ. Черезъ нѣсколько дней кусочки льда смерзнутся другъ съ другомъ и не будутъ уже высыпаться изъ банки (рис. 63). Если банку оставить въ покоѣ на очень долгое время, то мало-по-малу изъ отдѣльныхъ кусковъ льда составится снова одинъ общій ледяной кусокъ.

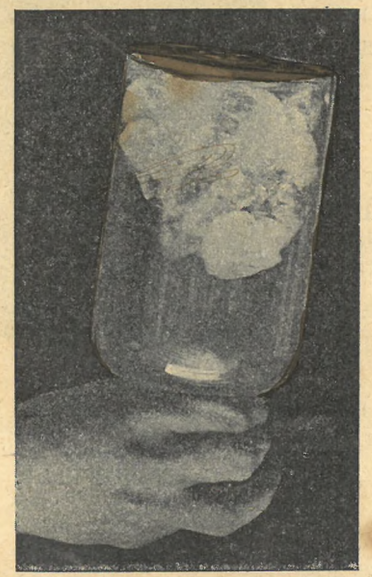


Рис. 63.—Куски льда не высыпаются изъ банки, постоявшей нѣсколько времени на морозѣ. (По фотографіи).

Положимъ длинный кусокъ льда на двѣ скамейки такъ, чтобы одинъ конецъ его лежалъ на одной скамейкѣ, другой—на другой. Посрединѣ обвяжемъ ледъ проволокой, къ которой привяжемъ довольно тяжелый камень или гирю (рис. 64). На другой же день можно будетъ видѣть, что проволока врѣзается сверху въ ледъ. Она будетъ уходить глубже и глубже, но ледяной кусокъ не

будетъ разрѣзаться пополамъ. Онъ останется цѣлымъ. Пройдетъ еще день—два, и проволока пройдетъ черезъ весь кусокъ и упадетъ вмѣстѣ съ грузомъ на землю. Кусокъ льда останется цѣлымъ, и именно потому, что, хотя проволока и перерѣзаетъ ледъ, но края этого разрѣза снова смерзаются.

Отобьемъ дно у бутылки. Затѣмъ, закупоривъ ее и опрокинувъ внизъ горлышкомъ, нальемъ наполовину водой и поставимъ на морозъ. Когда вода въ бутылкѣ замерзнетъ, то, вынувъ пробку, надѣнемъ бутылку черезъ отбитое дно на круглый толстый деревянный колъ, вбитый въ землю (рис. 65).

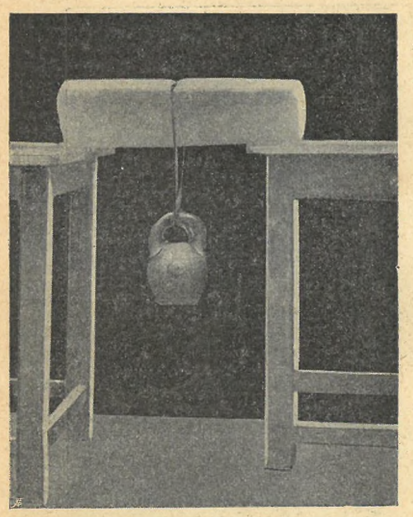


Рис. 64.—Разрѣзаніе куска льда проволокою. (По фотографіи).

Рис. 65.—Выдавливаніе льда изъ бутылки. (По фотографіи).

Потомъ привяжемъ къ бутылкѣ тяжелый грузъ такъ, чтобы онъ тянулъ ее книзу, а деревянный колъ давилъ бы снизу на ледъ. Черезъ нѣсколько дней мы замѣтимъ, что ледъ выступаетъ изъ горлышка бутылки въ видѣ ледяной палочки. Онъ лѣзетъ оттуда, какъ масло, только очень медленно. Съ каждымъ днемъ ледяная палочка будетъ увеличиваться: въ теплые дни—быстрѣе, въ холодные—медленнѣе. Ледъ будетъ вылѣзать до тѣхъ поръ, пока бутылка не перестанетъ съѣзжать по колу внизъ (рис. 65).

Всѣ описанные опыты показываютъ, что хрупкій ледъ, который легко колется отъ удара, можетъ, не ломаясь, при давленіи на него измѣнять свою форму. Давленіемъ можно изгибать ледъ, давленіемъ можно переливать ледъ изъ одного сосуда въ другой. Отдѣльные куски льда, давящіе другъ на друга своею тяжестью, соединяются вновь въ одинъ кусокъ. Такое свойство нѣкоторыхъ твердыхъ тѣлъ называется „пластичностью“.

§ 4. Глетчеры и ледяныя горы.

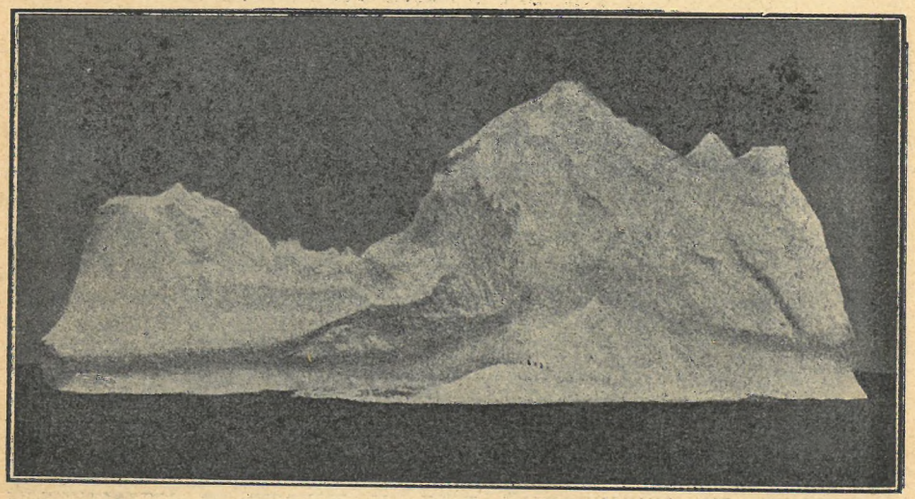
Благодаря своей пластичности, ледъ, образующійся въ горахъ подъ фирномъ, не удерживается тамъ,

Рис. 66.—Глетчеръ.

а выливается черезъ ущелья между горами, какъ рѣка выливается изъ озера.

Снѣгъ и ледъ, лежащіе выше, всею своею тяжестью постоянно давятъ на нижній ледъ, и этотъ ледъ спускается по склонамъ горъ. Такія ледяныя рѣки встрѣчаются вездѣ въ высокихъ снѣговыхъ горахъ, гдѣ только есть фирновыя поля и ущелья, доходящія до этихъ полей. Онѣ называюся глетчерами или ледниками (рис. 66).

Глетчеры двигаются такъ медленно, что на глазъ нельзя замѣтить ихъ движенія, какъ нельзя замѣтить и движенія часовой стрѣлки. Но если вбить въ поверхность глетчера вѣхи или шесты, тогда, наблюдая за ними изодня въ день, можно видѣть, какъ они передвигаются вмѣстѣ съ льдомъ глетчера. Такія наблюденія показали, что въ жаркіе дни глетчеры двигаются быстрѣе, въ холодные—медленнѣе.



ис. 67.—Ледяная гора въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ.

Въ теплыхъ странахъ большіе глетчеры, прежде чѣмъ растаетъ въ нихъ ледъ, успѣваютъ спуститься гораздо ниже тѣхъ мѣстъ, гдѣ лежитъ постоянный снѣгъ. Въ холодныхъ же странахъ они доходятъ до самаго моря и уходятъ подъ его волны. Тамъ, подъ водою, отламываются отъ нихъ громадные куски льда, всплываютъ кверху и носятся по морю. Эти прозрачныя, синеватыя ледяныя глыбы, которыя за ихъ величину называютъ

„ледяными горами“, бываютъ самаго причудливаго разнообразнаго вида и служатъ украшеніемъ холодныхъ (полярныхъ) морей (рис. 67).

---

1. Какая разница между снѣгомъ и льдомъ? Гдѣ можно въ природѣ наблюдать превращеніе снѣга въ сплошной ледъ?
2. Почему ледъ плаваетъ на водѣ? Почему, опустивъ руку въ тающій снѣгъ, мы чувствуемъ большій холодъ, чѣмъ опустивъ ее въ воду съ температурою въ 0°?
3. Почему тяжелые камни, положенные зимою на замерзшую рѣку, постепенно погружаются въ ледъ?
4. Что называется глетчерами? Почему ледъ глетчеровъ движется? Какъ можно замѣтить его движеніе?

V. Составъ воды.

§ 1. Простыя и сложныя тѣла.

Изъ явленій, съ которыми мы съ вами знакомимся, одни относятся къ физическимъ, другія — къ химическимъ. Такъ, къ физическимъ явленіямъ относится измѣненіе въ состояніи тѣлъ, т. е. переходъ твердаго тѣла въ жидкое состояніе и т. п., затѣмъ, — измѣненіе формы и объема тѣлъ, ихъ вѣса, температуры. Къ химическимъ явленіямъ надо отнести, во-первыхъ, соединенія тѣлъ между собою, затѣмъ, раздѣленіе одного тѣла на два или на нѣсколько другихъ. Такое раздѣленіе вещества называется разложеніемъ; одно, болѣе сложное тѣло разлагается на другія, болѣе простыя.

Мы можемъ разложить или раздѣлить углекислую известь на углекислый газъ и известь, а углекислый газъ можемъ разложить на углеродъ и кислородъ. Но мы не можемъ никакими способами разложить углеродъ на какія-нибудь другія тѣла; также нельзя разложить и кислородъ, и азотъ, и многія другія тѣла. Такія тѣла называются простыми тѣлами, а всѣ прочія тѣла — сложными. Углекислая известь и углекислый газъ будутъ сложныя тѣла, а углеродъ, кислородъ и азотъ — простыя тѣла. Изъ простыхъ тѣлъ, когда они соединяются между собой, образуются сложныя тѣла. Сложныя тѣла

тоже могутъ соединяться другъ съ другомъ, и, такимъ образомъ, могутъ быть и болѣе, и менѣе сложныя тѣла.

Примѣрами простыхъ тѣлъ могутъ служить металлы, напр., желѣзо, свинецъ, олово, цинкъ, мѣдь, серебро, ртуть, золото; — затѣмъ, уже названные выше, — кислородъ, азотъ и углеродъ; наконецъ, изъ знакомыхъ вамъ, хотя бы по названію, тѣлъ — фосфоръ, сѣра, мышьякъ.

Примѣромъ сложныхъ тѣлъ можетъ служить большая часть тѣлъ, встрѣчающихся въ природѣ.

§ 2. Вода — сложное тѣло.

Посмотримъ, представляетъ ли вода сложное или простое тѣло. Для этого воспользуемся дѣйствіемъ на нее одного металла, называемаго натріемъ.

Натрій — очень распространенный металлъ, но такъ какъ онъ весьма жадно соединяется со многими другими тѣлами и въ особенности съ кислородомъ, то въ природѣ онъ совсѣмъ не встрѣчается въ чистомъ, металлическомъ видѣ, а только въ видѣ разныхъ химическихъ соединеній. (Напримѣръ, обыкновенная поваренная соль представляетъ химическое соединеніе натрія съ другимъ простымъ тѣломъ — хлоромъ). Отъ знакомыхъ вамъ металловъ натрій отличается тѣмъ, что онъ очень легокъ; онъ легче воды. Кромѣ того, онъ настолько мягокъ, что рѣжется ножемъ, какъ воскъ. Цвѣтомъ и блескомъ онъ напоминаетъ серебро. Но на воздухѣ онъ быстро теряетъ свой блескъ, потому что, соединяясь съ кислородомъ и влагой

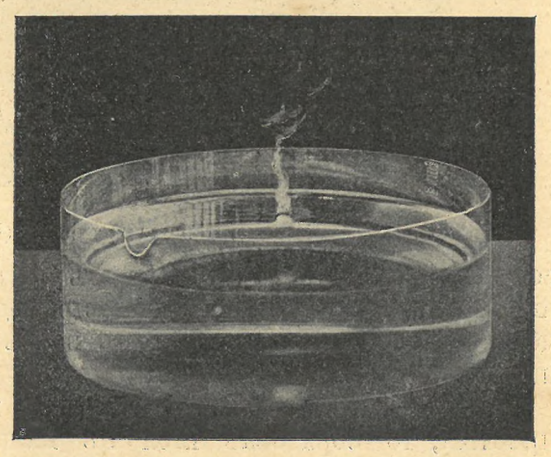


Рис. 68.—Кусочекъ натрія на поверхности воды. (По фотографіи).

воздуха, онъ покрывается бѣлою корочкою этого соединенія („ѣдкаго натра“).

Если бросить кусочекъ натрія въ воду*), то онъ будетъ быстро кружиться на ея поверхности, какъ кружится капля воды на сильно раскаленной плитѣ; онъ будетъ становиться все меньше и меньше, пока, наконецъ, не исчезнетъ совершенно. При этомъ вы будете видѣть вокругъ бѣгающаго по водѣ натрія легкій бѣлый дымокъ (рис. 68) и будете слышать довольно сильное шипѣніе.

Чтобы узнать, что происходитъ съ водою при дѣйствіи на нее натрія, опустимъ наполненный до верху чистою водою**) сосудъ, повернутый дномъ кверху, въ чашку съ водой — такъ, чтобы вода изъ него не выливалась. Кусокъ натрія, накрывъ колпачкомъ изъ чистой металлической сѣтки и взявши за колпачекъ щипцами, погрузимъ въ воду и подведемъ подъ нашъ перевернутый

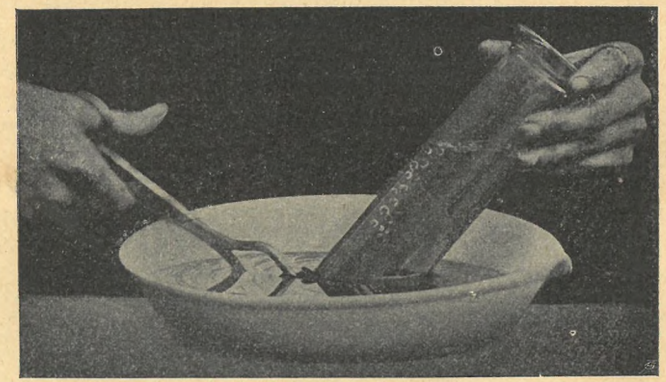


Рис. 69.—Разложеніе воды натріемъ. (По фотографіи).

сосудъ (рис. 69). Тогда вокругъ натрія мы увидимъ появленіе какого-то газа, который, проходя черезъ сѣтку, будетъ подниматься пузырями въ нашъ сосудъ и вытѣснять изъ него воду.

Такъ какъ натрій — металлъ, а всѣ металлы — тѣла простыя, то образовавшійся въ нашемъ опытѣ газъ не могъ получиться отъ разложенія натрія. Запомнимъ это!

*) Надо брать кусочекъ натрія **не больше горошины** и бросать на середину воды, а не у края сосуда.

**) Воду надо взять совершенно чистую, — перегнанную, а кусокъ натрія долженъ быть возможно меньшей величины.

Взявши на языкъ капельку оставшейся отъ опыта воды, мы замѣтимъ, что она пріобрѣла непріятный, мыльный вкусъ. Это одно уже показываетъ, что въ ней что-то растворилось. Металлическій натрій въ водѣ не растворяется. Попробуемъ теперь часть этой воды испарить на кончикѣ вычищеннаго блестящаго ножа. Тогда, послѣ испаренія воды, на ножѣ останется легкій бѣлый налетъ какого-то твердаго вещества. Если вода для опыта была взята перегнанная, то въ ней не могло быть растворено никакихъ твердыхъ веществъ. Слѣдовательно, растворенное теперь въ ней вещество могло получиться только отъ дѣйствія натрія на воду.

Итакъ, въ нашемъ опытѣ при дѣйствіи натрія на воду мы получили какой-то газъ и какое-то растворимое въ водѣ твердое бѣлое вещество. Если бы вода была простымъ тѣломъ, то можно было бы предположить, что полученный газъ представляетъ соединеніе воды съ натріемъ, т. е. соединеніе двухъ простыхъ тѣлъ (на подобіе углекислаго газа). Но въ такомъ случаѣ, откуда же взялось еще другое, не газообразное, а твердое тѣло, растворившееся въ водѣ? Остается только одно возможное предположеніе, а именно, что вода не простое тѣло, а сложное, и что при дѣйствіи на нее простого тѣла — натрія — она выдѣляетъ изъ себя какой-то газъ, а оставшаяся часть ея соединяется съ натріемъ и образуетъ съ нимъ бѣлое твердое вещество, растворяющееся въ водѣ („ѣдкій натръ“).

§ 3. Водородъ и его свойства.

Предыдущій опытъ показалъ намъ, что вода состоитъ по крайней мѣрѣ изъ двухъ тѣлъ. Мы получили одно изъ этихъ тѣлъ въ видѣ газа. Его называютъ **водородомъ**.

Водородъ входитъ въ составъ воды и различныхъ кислотъ, изъ которыхъ всего удобнѣе добыть его въ большемъ количествѣ, чтобы познакомиться съ его свойствами.

Обыкновенно водородъ добываютъ изъ **сѣрной кислоты**. Если бросить въ смѣшанную съ водой сѣрную кислоту кусокъ цинка, то сейчасъ же этотъ кусокъ покроется пузырьками водорода.

Они будутъ отрываться отъ него и всплывать кверху. На мѣстѣ оторвавшихся пузырьковъ будутъ наду-

ваться новые. Самъ цинкъ будетъ мало-по-малу распу-

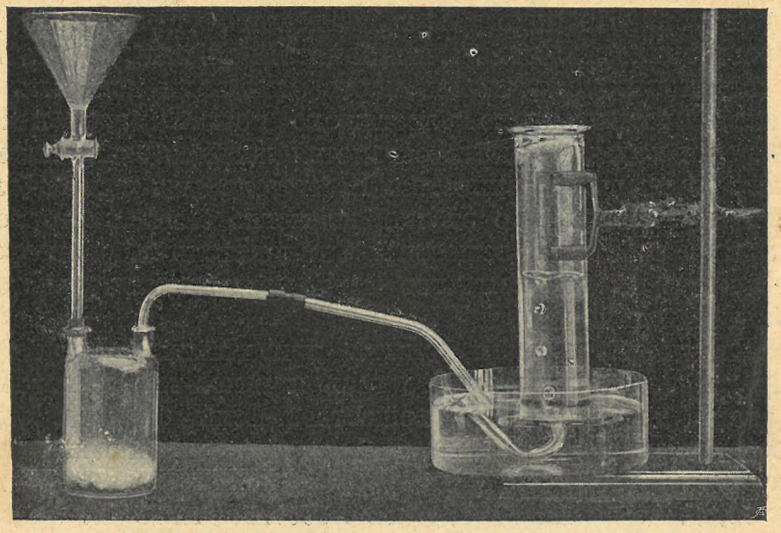
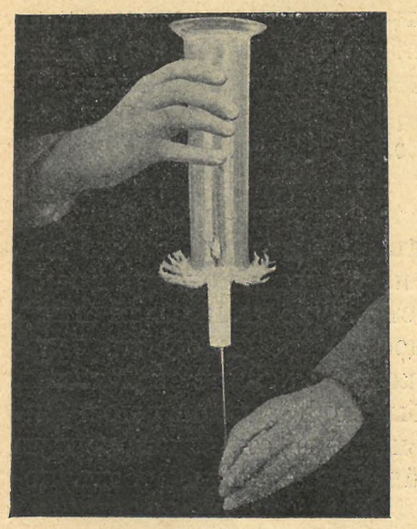


Рис. 70.—Добываніе водорода. (По фотографіи).

скаться въ кислотѣ и исчезать изъ глазъ.

Водородъ, выходящій изъ сѣрной кислоты, можно со-



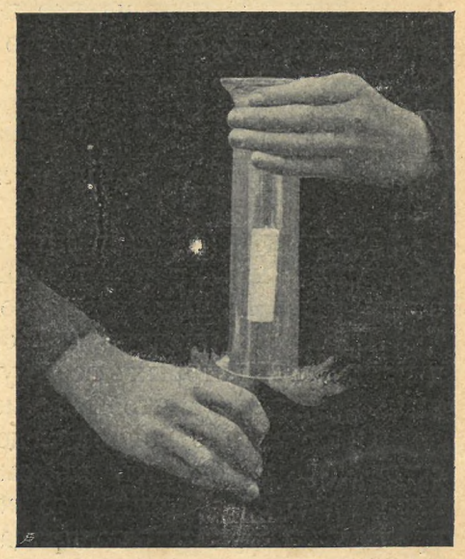


Рис. 71.—Свѣча зажигаетъ водородъ, но сама въ немъ тухнетъ. (По фотограф.)

брать такимъ же образомъ, какъ мы собирали кислородъ

рис. 70; см. „Воздухъ“, III, § 3). Если въ банку съ водородомъ всунуть зажженную лучинку или свѣчу, то она потухаетъ, но самъ водородъ загорается (рис. 71). Значитъ, водородъ самъ горитъ, но не поддерживаетъ горѣнія (сравните съ кислородомъ).

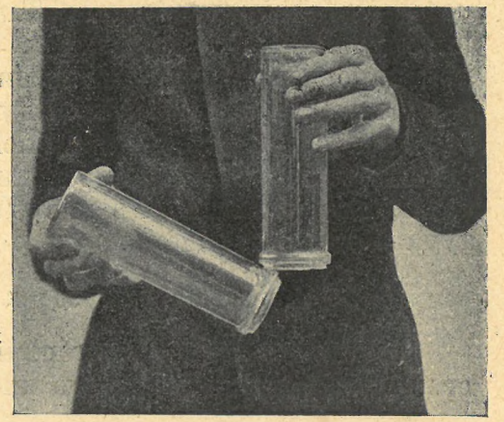


Рис. 72.—Переливаніе водорода. (По фотографіи).

Водородъ не имѣетъ ни цвѣта, ни запаха. Онъ гораздо легче воздуха и поэтому, зажигая его въ банкѣ, надо держать банку внизъ горлышкомъ (рис. 71): иначе онъ сейчасъ же выйдетъ изъ банки и улетитъ кверху. Вѣсъ водорода въ 14 слишкомъ разъ меньше вѣса воздуха, взятаго въ одномъ и томъ же объемѣ. Водородъ можно такъ же, какъ и углекислый газъ, переливать изъ банки въ банку, но струя его будетъ литься при этомъ не книзу, а кверху, и поэтому банку, въ которую наливаютъ его, надо держать горлышкомъ книзу, какъ показано на рисункѣ 72.

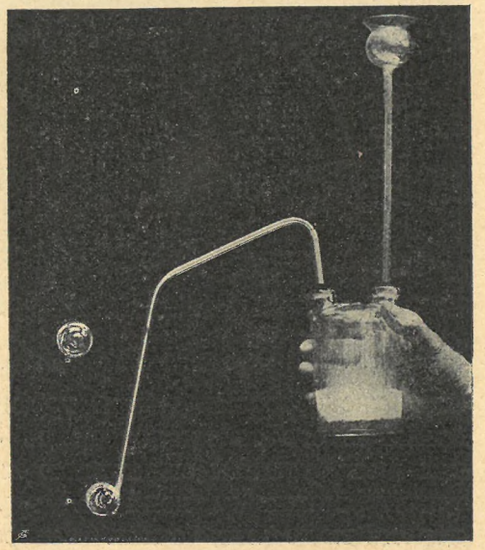


Рис. 73.—Мыльные пузыри, надутые водородомъ, летятъ кверху. (По фотографіи).

Если на кончикъ изогнутой стеклянной трубки, изъ которой выходитъ водородъ, надѣть соломинку съ расщепомъ на концѣ, а затѣмъ обмакнуть кончикъ въ мыльную воду, то выходящій водородъ начнетъ надувать мыльный пузырь. Стоитъ тряхнуть слегка

стклянкой, и пузырь, наполненный водородомъ, отдѣлится и быстро полетитъ кверху (рис. 73).

Люди давно пользуются водородомъ, чтобы наполнять имъ воздушные шары. Такой шаръ легче воздуха и поэтому поднимается кверху. Для добыванія водорода при наполненіи шара вмѣсто цинка берутъ просто обломки и обрѣзки стараго желѣза. Куски желѣза сыплютъ въ бочки и наливаютъ туда сѣрной кислоты съ водою. Изъ этихъ бочекъ водородъ проходитъ по трубамъ въ другія бочки, въ которыхъ онъ промывается и очищается, а оттуда — въ самый шаръ.

§ 4. Горѣніе водорода и образованіе воды.

Намъ извѣстно, что горѣніе тѣлъ въ воздухѣ представляетъ соединеніе ихъ съ кислородомъ (окисленіе). Та-

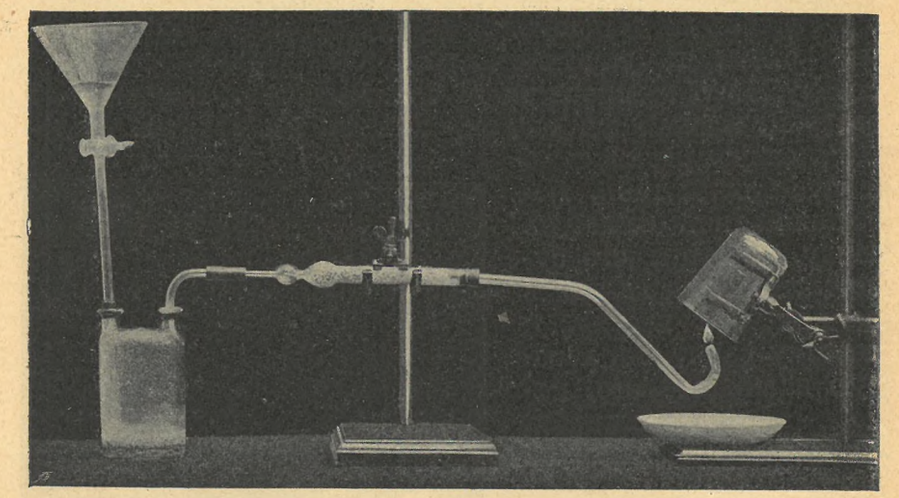


Рис. 74.—При горѣніи водорода образуется вода. (По фотографіи).

кимъ же образомъ и при горѣніи водорода образуется соединеніе его съ кислородомъ. Зажечь водородъ, выходящій изъ бутылки съ сѣрною кислотой и цинкомъ черезъ трубку, можно у кончика трубки. Съ зажиганіемъ водорода надо быть очень осторожнымъ. Если зажечь его раньше, чѣмъ выйдетъ вмѣстѣ съ ними изъ бутылки весь воздухъ, то тогда, вмѣсто того, чтобы тихо загорѣться у кончика трубки, водородъ вспыхнетъ внутри

самой бутылки, потому что вмѣстѣ съ воздухомъ тамъ будетъ оставаться и кислородъ. Произойдетъ взрывъ, и сама стклянка можетъ разлетѣться вдребезги. Смѣсь водорода съ кислородомъ называется поэтому „гремучимъ газомъ“.

Зажегши водородъ, обратимъ вниманіе на то, что пламя его почти не свѣтитъ. Когда мы знакомились съ пламенемъ („Воздухъ“, IV, § 2), мы видѣли, что яркость его зависитъ отъ раскаленныхъ твердыхъ частицъ. Но водородъ газообразное тѣло. Вотъ почему пламя его такъ блѣдно.

Прикроемъ пламя водорода опрокинутымъ стаканомъ (рис. 74). Мы сейчасъ же увидимъ, что стѣнки стакана покроются влагою. Если ихъ охлаждать, то влага со стѣнокъ будетъ собираться въ капельки и стекать внизъ въ подставленную чашку или блюдце.

Изслѣдованіе полученной жидкости показываетъ, что она представляетъ не что иное,—какъ обыкновенную воду. Слѣдовательно, при горѣніи водорода, т. е. при его соединеніи съ кислородомъ, получается вода*). Никакихъ другихъ соединеній при этомъ не происходитъ.

Итакъ, вода есть окиселъ водорода.

Вода, какъ мы видимъ, получается и при горѣніи свѣчи („Воздухъ“, IV, § 1); слѣдовательно,—въ составѣ стеарина свѣчи также есть водородъ.

---

1. Что называется простыми тѣлами? Къ простымъ или сложнымъ тѣламъ относится мѣлъ? Изъ чего можно заключить, что стеаринъ—сложное тѣло? Докажите, что сахаръ сложное тѣло. Приведите примѣры простыхъ тѣлъ.

2. Почему кусочекъ натрія, опущенный на воду, бѣгаетъ по ея поверхности? Какъ доказать, что вода—не простое, а сложное тѣло?

3. Какъ называется одно изъ тѣлъ, входящихъ въ составъ воды? Чѣмъ водородъ походитъ на кислородъ? Чѣмъ онъ отличается отъ кислорода?

4. Изъ какихъ тѣлъ состоитъ вода? Какъ получить совершенно чистую воду.

---

*) Поэтому онъ и названъ „водо—родомъ“.

Земля.

I. Важнѣйшіе минералы и горныя породы.

Въ природѣ все связано другъ съ другомъ. Одни явленія природы вызываютъ другія. Ни одно явленіе не

Рис. 75.—Земной шаръ, окруженный атмосферой.

происходитъ само по себѣ безъ всякой причины, и ни одно явленіе не проходитъ безслѣдно. Изучая природу,

люди стараются узнать причину каждаго явленія, стараются узнать его слѣдствія.

Мы познакомились съ особенностями воздуха и воды, съ измѣненіями, которыя въ нихъ происходятъ; теперь познакомимся со свойствами и измѣненіями земли и посмотримъ, какъ эти явленія связаны между собою и какъ воздухъ, вода и земля вліяютъ другъ на друга.

Земной шаръ со всѣхъ сторонъ окруженъ воздушной атмосферой, а большая часть поверхности земли покрыта водою (рис. 75). Выступающая изъ-подъ воды суша представляетъ только большіе острова, среди безбрежнаго океана. Поэтому можно было бы также сказать, что земной шаръ покрытъ двумя оболочками: газообразной—изъ воздуха и жидкой—изъ воды. Самъ же земной шаръ состоитъ изъ различныхъ твердыхъ тѣлъ. Знакомясь съ землею, надо познакомиться прежде всего съ этими твердыми тѣлами.

Рис. 76.—Александровская колонна въ С.-Петербургѣ, высѣченная изъ одного куска гранита.

§ 1. Горная порода—гранитъ и ея минералы.

Возьмемъ для примѣра и разсмотримъ одинъ изъ булыжниковъ, т. е. тѣхъ камней, которыми мостятъ въ городахъ улицы. Конечно, камни могутъ быть очень различны, но на мостовыя, особенно въ большихъ городахъ, обыкновенно употребляютъ булыжники изъ гранита. Гранитъ—очень распространенъ въ природѣ. Всѣ скалы Финляндіи и вообще на сѣверѣ Россіи состоятъ изъ гранита. Гранитомъ

пользуются для различныхъ крупныхъ построекъ: для фундаментовъ большихъ каменныхъ зданій, для быковъ у мостовъ и т. д. Въ Петербургѣ вся набережная Невы построена изъ гранита, громадныя колонны и лѣстницы Исаакіевскаго собора—высѣчены изъ гранита, высокая Александровская колонна, поставленная въ память Отечественной войны 1812 г., тоже высѣчена изъ одного куска гранита (рис. 76).

Если нашъ камень состоитъ изъ гранита, то, отбивши отъ него кусокъ, мы сейчасъ же замѣтимъ, что весь онъ сложенъ изъ отдѣльныхъ мелкихъ или крупныхъ зеренъ, плотно соединенныхъ другъ съ другомъ (рис. 77). Эти зерна неодинаковы. Если намъ попался красный гранитъ, то мы найдемъ между красными непрозрачными зернами болѣе мелкія, полупрозрачныя, сѣрыя зернышки и множество очень мелкихъ, блестящихъ, черныхъ пластинокъ, или листочковъ.

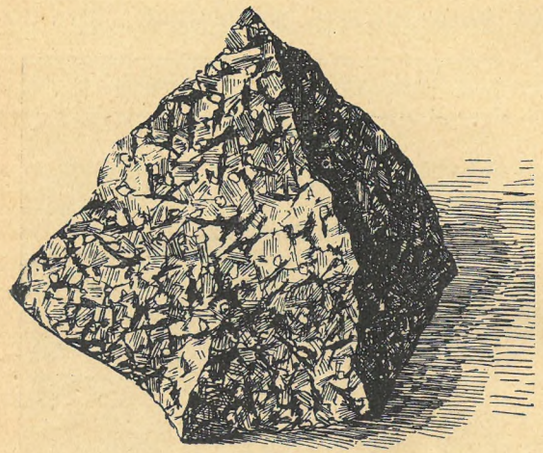


Рис. 77.—Кусокъ гранита.

Каждое природное тѣло, входящее въ составъ земли, однородное*) во всѣхъ своихъ частяхъ, называется минераломъ, а большія минеральныя массы, изъ которыхъ построенъ земной шаръ, называются горными породами.

Гранитъ встрѣчается большими сплошными массами. Слѣдовательно, это—одна изъ горныхъ породъ. Всѣ камни мостовыхъ представляютъ—мелкіе куски (обломки) разныхъ горныхъ породъ. Разсматривая кусокъ гранита, мы замѣчаемъ, что эта горная порода построена по крайней мѣрѣ изъ трехъ различныхъ минераловъ. Красный минералъ

*) По формѣ и по составу.

гранита—это полевой шпатъ, сѣрыя полупрозрачныя зерна это—кварцъ, а черные мелкіе листочки это—слюда.

Отъ полевого шпата кварцъ гранита сразу отличается тѣмъ, что онъ своимъ видомъ напоминаетъ (правда, мутное) стекло. Если вы попробуете царапать зерномъ кварца по полевому шпату и по слюдѣ, то увидите, что онъ тверже ихъ. Имъ можно царапать не только полевой шпатъ и слюду, но и стекло.

Какъ чистое стекло безцвѣтно, и цвѣтъ его зависитъ отъ примѣси разныхъ веществъ, которыя прибавляютъ въ стекло, когда его приготовляютъ на заводахъ,—такъ и чистый кварцъ совершенно безцвѣтенъ, а цвѣтъ его зависитъ отъ разныхъ находящихся въ немъ примѣсей. Въ гранитѣ обыкновенно встрѣчается сѣрый или бѣлый кварцъ.

Полевого шпата въ гранитѣ больше всего. Отъ него зависитъ и цвѣтъ гранита. Онъ бываетъ краснаго и бѣлаго цвѣта.

Слюда также можетъ быть различнаго цвѣта; большею частью она черная или бѣлая. (Убѣдитесь, что она отлично расщепляется на тонкіе, прозрачные листочки!).

Итакъ, гранитъ сложенъ изъ разныхъ минераловъ. Такія горныя породы называются поэтому сложными, въ отличіе отъ простыхъ, состоящихъ изъ одного какого-нибудь минерала.

§ 2. Кристаллическія и некристаллическія вещества.

Приготовимъ въ двухъ стаканахъ два раствора: въ одномъ—крѣпкій растворъ кухонной соли, въ другомъ—растворъ обыкновенной желатины*). Оставимъ эти стаканы стоять открытыми въ комнатѣ.

Если растворъ соли былъ почти насыщеннымъ, то уже дня черезъ два соль начнетъ выдѣляться изъ воды, потому что, благодаря испаренью, количество воды въ стаканѣ будетъ постоянно уменьшаться (см. „Вода“, II, § 3).

*) Желатину слѣдуетъ нарѣзать кусочками, налить водою и дать ей разбухнуть; потомъ—нагрѣть эту воду, мѣшая палочкой.

Разсматривая осѣвшія въ стаканѣ крупинки соли, мы увидимъ, что всѣ онѣ имѣютъ форму кубиковъ (рис. 78).

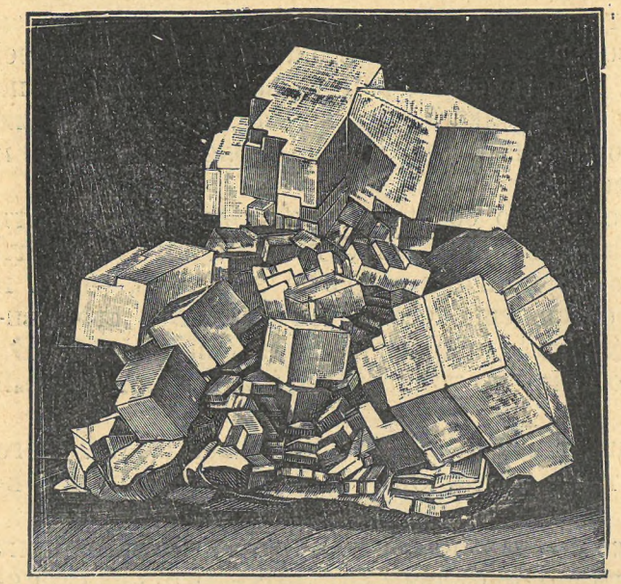


Рис. 78.—Крупные кристаллы соли.

По мѣрѣ того, какъ растворъ будетъ высыхать, число этихъ кубиковъ въ стаканѣ будетъ увеличиваться, и сами кубики будутъ расти.

Вмѣсто кухонной соли мы могли бы взять много другихъ твердыхъ веществъ. Приготовьте, напр., растворы селитры, квасцовъ, соты и мѣднаго купороса. Налейте ихъ въ плоскія чашки и поставьте въ теплое мѣсто испаряться. Наблюдая за ними изо дня въ день, вы замѣтите, какъ и здѣсь на днѣ чашекъ появятся крупинки растворенныхъ веществъ. Сравнивая ихъ между собою, вы увидите, что у каждаго вещества крупинки имѣютъ одну и ту же форму, но у разныхъ веществъ (селитры, квасцовъ, соды, мѣднаго купороса)—форма ихъ различна: у каждаго—своя. Поверхность каждой крупинки будетъ ограничена гладкими плоскостями (гранями), которыя у кухонной соли расположены, какъ у куба, у квасцовъ—иначе, у селитры—опять иначе и т. д. Каждое твердое тѣло, имѣющее такую форму,—называется кристалломъ, а вещества, — образующія кристаллы,—кристаллическими.

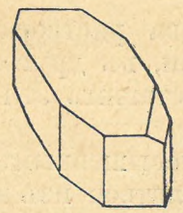


Рис. 79. — Кристаллъ мѣднаго купороса.

Кухонная соль, селитра, квасцы, мѣдный купоросъ—вещества кристаллическія. Каждое изъ нихъ имѣетъ свои кристаллы.

Не то произойдетъ съ растворомъ желатина. Если желатины было взято достаточное количество, то послѣ охлажденія воды растворъ ея приметъ видъ студня. Сколько бы ни усыхала вода, желатина не будетъ выдѣляться изъ нея такимъ образомъ, какъ соль. Растворъ ея будетъ оставаться студнемъ, а когда вся вода высохнетъ, то на днѣ стакана останется сплошная твердая пленка желатины. Такимъ образомъ желатина кристалловъ не образуетъ. Это вещество некристаллическое.

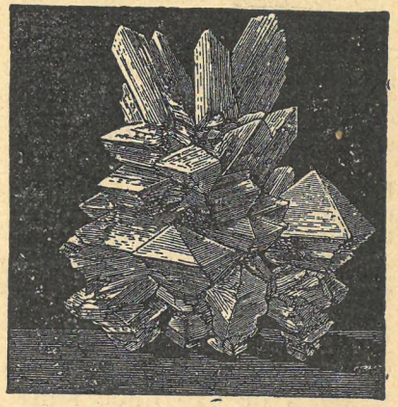


Рис. 80.—Группа кристалловъ квасцовъ.

§ 3. Кристаллизація.

Изъ предыдущаго намъ извѣстно, что кристаллы можно получать изъ растворовъ кристаллическихъ веществъ.—Налейте насыщеннаго раствора квасцовъ въ стаканъ. Когда на днѣ появятся кристаллы квасцовъ, выньте ихъ всѣ, кромѣ одного. Оставленный въ растворѣ кристаллъ ежедневно переворачивайте на другую грань, а вновь появляющіеся мелкіе кристаллики—удаляйте. Тогда вы замѣтите, что вашъ кристаллъ растетъ равномѣрно со всѣхъ сторонъ. Черезъ нѣсколько дней вы получите очень красивый крупный кристаллъ*).

Кристаллы могутъ образоваться не только при испареніи растворовъ. Сдѣлаемъ такой опытъ: въ глиняную чашку насыплемъ сѣры и поставимъ ее на огонь, при-

*) Полученіе крупныхъ кристалловъ кухонной соли—труднѣе.

крывъ крышкой *). Сѣра расплавится. Послѣ того снимемъ ее съ огня. Медленно остывая, она снова начнетъ твердѣть. Не ожидая, пока она вся затвердѣетъ, какъ только на поверхности ея появится твердая корка, проткнемъ ее палочкой и выльемъ изъ чашки черезъ полученное отверстіе ту сѣру, которая еще не успѣла отвердѣть. Когда чашка съ остальною сѣрою совершенно остынетъ,—разобьемъ ее. Мы тогда увидимъ, что вся внутренняя поверхность чашки покрыта длинными, какъ иглы, торчащими кристаллами сѣры (рис. 81).

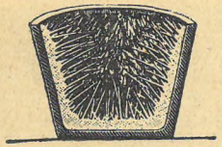


Рис. 81.—Кристаллы сѣры, образующіеся при переходѣ ея изъ жидкаго состоянія въ твердое.

Этотъ опытъ показываетъ, что жидкія тѣла, переходя въ твердое состояніе, также могутъ образовать кристаллы. Напримѣръ, снѣжинки представляютъ не что иное какъ группы крошечныхъ соединившихся вмѣстѣ кристалликовъ льда („Вода“, IV, § 1).

Образованіе кристалловъ (при испареніи растворовъ твердыхъ тѣлъ или при переходѣ тѣлъ изъ жидкаго состоянія въ твердое)—называется кристаллизаціей.

§ 4. Кристаллы въ природѣ.

Такъ какъ въ природѣ постоянно происходитъ испареніе разныхъ растворовъ (приведите примѣръ!) и переходъ тѣлъ изъ одного состоянія въ другое, то въ природѣ должна происходить и кристаллизація. И, дѣйствительно, многіе изъ минераловъ встрѣчаются въ видѣ кристалловъ.

Напримѣръ, въ горахъ нерѣдко встрѣчаются большіе красивые кристаллы кварца, въ видѣ граненыхъ столбиковъ (рис. 82). Часто они растутъ, какъ щетки, на поверхности различныхъ горныхъ породъ, внутри трещинъ или пустотъ этихъ породъ. (Совершенно безцвѣтные прозрачные кристаллы кварца называются горнымъ хрусталемъ, фіолетовые—аметистомъ).

*) Если не прикрыть—сѣра можетъ загорѣться.

Кристаллы кварца вырастаютъ въ горахъ такимъ же образомъ, какъ и кристаллы разныхъ веществъ, растворенныхъ въ водѣ при испареніи этихъ растворовъ,—но только очень медленно. Вещество, изъ котораго состоитъ кварцъ, немного растворимо въ обыкновенной водѣ. Если въ водѣ, проникающей въ трещины горной породы, есть это вещество, то при испареніи такой воды оно будетъ осѣдать на стѣнкахъ трещинъ въ видѣ кристалловъ.

Полевой шпатъ также образуетъ иногда отличные кристаллы или на поверхности горной породы, или даже внутри самой породы. Они очень хрупки и легко раскалываются правильными слоями, по гранямъ.

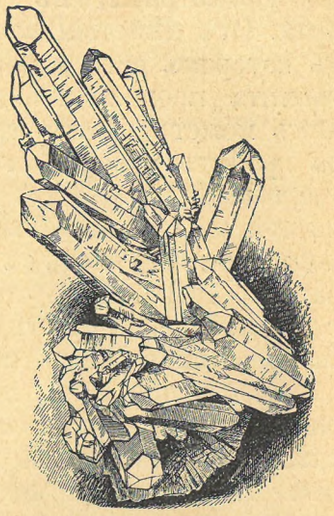


Рис. 82.—Кристаллы горнаго хрусталя.

§ 5. Вывѣтриваніе горныхъ породъ.

Въ природѣ ничто не остается безъ перемѣны. Одни измѣненія происходятъ быстрѣе, другіе—медленнѣе, но такъ или иначе, медленно или быстро—все измѣняется. Измѣняются и горныя породы. Измѣненіе ихъ отъ одновременнаго дѣйствія на ихъ поверхность воды и атмосферы называется вывѣтриваніемъ.

Камни, вывѣтрившіеся снаружи, попадаются очень часто. Они покрыты какъ бы бѣлесоватой корочкой, которая часто бываетъ такъ рыхла, что разсыпается отъ самаго легкаго удара. Но подъ нею находится еще неизмѣненное каменное ядро, разбить которое гораздо труднѣе.

Въ Финляндіи есть порода гранита съ крупными зернами краснаго полевого шпата, которую финны называютъ раппакиви, что по-русски значитъ „гнилой камень“. Она названа такъ за то, что очень быстро вывѣтри-

вается, и тогда дѣлается рыхлою и распадается въ мелкій „щебень“.

Посмотримъ, въ чемъ состоитъ вывѣтриваніе гранита. Отъ дѣйствія влажнаго воздуха, особенно такого, въ которомъ есть углекислый газъ,—изъ полевого шпата гранита происходятъ два новыхъ вещества. Одно изъ нихъ можетъ растворяться въ водѣ, и вода, попадающая на гранитъ, уноситъ его съ собою въ видѣ раствора. Другое вещество въ водѣ не растворяется, но зато разсыпается въ самый мелкій порошокъ, который тоже можетъ подхватить и увлечь съ собою вода, но только не въ видѣ раствора, а въ видѣ мути. Это вещество—не что иное, какъ глина. Большая часть глины произошла изъ полевого шпата разныхъ горныхъ породъ—при вывѣтриваніи ихъ.

Измѣненный и превратившійся въ глину полевой шпатъ уже не остается въ горной породѣ, потому что каждая капля дождя смываетъ его. Такимъ образомъ, весь измѣнившійся полевой шпатъ мало-по-малу будетъ вымытъ изъ гранита водою.

Но если исчезнетъ полевой шпатъ, то разрушится и вся горная порода: зерна различныхъ минераловъ не будутъ уже удерживаться въ породѣ, они вывалятся изъ нея, и вся порода разсыплется.

Правда, такое измѣненіе совершается очень медленно, почти незамѣтно. Постепенно разрушается полевой шпатъ, постепенно одинъ за другимъ выпадаютъ зерна минераловъ. Но для природы не существуетъ времени. Пройдутъ, можетъ быть, тысячи вѣковъ раньше, чѣмъ будетъ разрушена какая-либо гранитная скала, но все-таки она будетъ разрушена. Вода унесетъ изъ нея всѣ листочки слюды, унесетъ всѣ зерна кварца, какъ унесла раньше измѣнившійся полевой шпатъ.

Такъ изъ вывѣтривающихся и разрушающихся твердыхъ горныхъ породъ происходятъ новыя горныя породы, каковы, напримѣръ, песокъ (см. § 7) и глина.

§ 6. Отмучиваніе.

Смѣшайте немного песку и мелко растолченной глины. Всыпьте смѣсь въ стаканъ, налитый водою, и быстро

разболтайте ложкою. Въ первую минуту вода сдѣлается совершенно мутною, потомъ она начнетъ успокаиваться и будетъ свѣтлѣть все больше и больше. Если оставить стаканъ стоять спокойно, то, наконецъ, весь песокъ и глина снова осядутъ на дно. Теперь посмотрите сквозь стѣнки стакана на осадокъ. Вы увидите два слоя: внизу слой песку, сверху слой глины (рис. 83). Почему? Потому что каждая, даже самая мелкая песчинка гораздо крупнѣе и тяжелѣе крупинки глины; поэтому двигающейся водѣ труднѣе ее поднять. Какъ только вода въ стаканѣ стала успокаиваться, первыми сѣли на дно эти песчинки. Крупинки глины еще кружились въ водѣ въ видѣ мути. Но и онѣ мало-по-малу осѣли на песокъ, потому что онѣ все-таки тяжелѣе воды и не могутъ остаться висѣть въ спокойной водѣ.

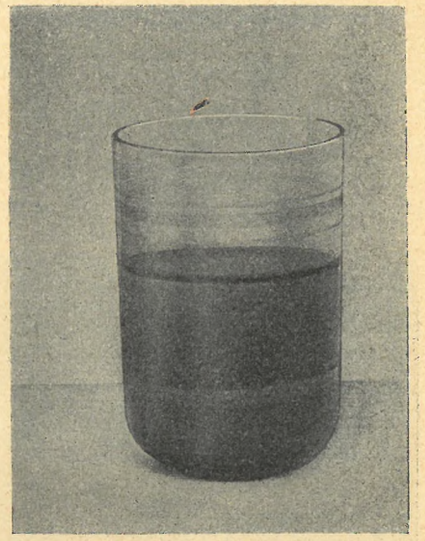


Рис. 83.—Изъ воды, въ которой разболтаны мелкій песокъ и глина, осѣдаетъ сначала песокъ. (По фотографіи).

Такимъ способомъ, посредствомъ воды, люди часто отдѣляютъ болѣе тяжелыя вещества отъ болѣе легкихъ. Такой способъ называется „отмучиваніемъ“.

Отмучиваніе постоянно происходитъ въ природѣ. Посмотрите когда-нибудь послѣ сильнаго дождя на промытую дождемъ канаву; вы увидите, что дно ея покрыто очень мелкимъ чистымъ пескомъ. Если копнете его, то подъ нимъ вы найдете болѣе крупный. Пока вода быстро текла по канавѣ, она несла и мелкій, и крупный песокъ. Когда дождикъ пошелъ тише, то и вода потекла медленнѣе. Тогда крупный песокъ осѣлъ. А когда дождь совсѣмъ пересталъ, то началъ осѣдать мало-по-малу поверхъ крупнаго песка все болѣе и болѣе мелкій.

Такимъ образомъ, текущая по землѣ вода, перенося съ мѣста на мѣсто мелкія частицы различныхъ горныхъ

породъ, раздѣляетъ этотъ матеріалъ, какъ бы сортируя его по величинѣ и вѣсу частицъ. Напримѣръ, при разрушеніи и размываніи гранита изъ воды раньше всего осѣдаютъ зерна кварца, а позднѣе всего—мельчайшія частицы глины.

§ 7. Песокъ и песчаники.

Каждому извѣстно, что такое песокъ. Кому въ дѣтствѣ не случалось играть съ пескомъ? Песокъ получилъ свое названіе именно за то, что при высыханіи онъ легко разсыпается. Слово „песокъ“ произошло отъ слова „сыпать“. Песокъ—сыпучъ.

Песокъ состоитъ изъ отдѣльныхъ песчинокъ, а каждая песчинка есть не что иное, какъ кусочекъ какой-нибудь горной породы или минерала. Такимъ образомъ, пескомъ мы называемъ горную породу, состоящую изъ очень мелкихъ обломковъ другихъ горныхъ породъ. Въ природѣ песокъ залегаетъ обыкновенно слоями (ср. § 6).—Песокъ бываетъ очень различенъ. Мѣстами встрѣчается совершенно бѣлый песокъ. Чистый бѣлый песокъ состоитъ изъ кварца: каждая песчинка его есть маленькій кусочекъ, маленькое зерно полупрозрачнаго кварца. Такой песокъ очень цѣнится, потому что онъ идетъ на приготовленіе хорошаго бѣлаго стекла. Если его смѣшать съ содою и известью и сильно накалять, то такая смѣсь плавится,

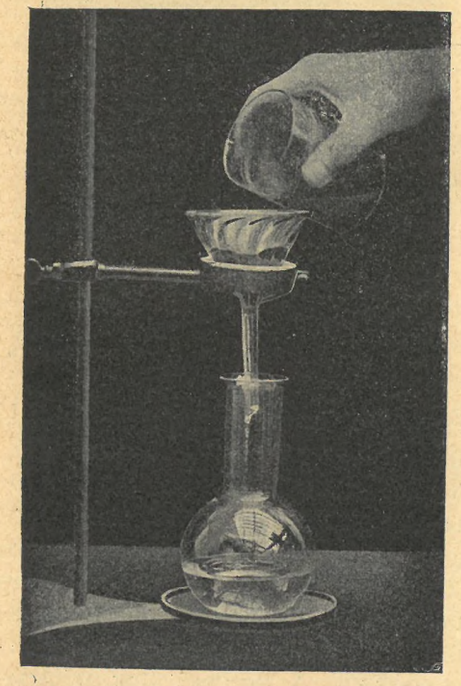


Рис. 84.—Сквозь песокъ вода проходитъ легко. (По фотографіи).

превращаясь въ прозрачную тягучую жидкость, а при охлажденіи застываетъ въ видѣ стекла. Чистый бѣлый кварцевый песокъ встрѣчается довольно рѣдко. Обыкновенный песокъ—не бѣлаго, а желтаго цвѣта отъ примѣси къ нему ржавчины.

Вложите въ воронку пропускную бумагу, насыпьте въ нее песку и налейте сверху воды. Вы увидите, что песокъ прекрасно пропускаетъ сквозь себя эту воду (рис. 84). Поэтому въ песчаныхъ мѣстностяхъ вода послѣ дождя очень скоро проникаетъ въ почву и не застаивается лужами.

Песокъ очень хорошо впитываетъ и пропускаетъ сквозь себя воду. Конечно, вмѣстѣ съ водою въ песокъ могутъ проникать и разныя минеральныя вещества, растворенныя въ водѣ. Представьте себѣ, что эти вещества будутъ выдѣляться изъ воды въ пескѣ. Тогда песчинки песка будутъ склеиваться ими, и сыпучій песокъ превратится въ новую, несыпучую горную породу, называемую песчаникомъ.

Рис. 85.—Полуразрушенныя скалы песчаника.

Вы сами можете сдѣлать нѣкоторое подобіе песчаника, смѣшавъ песокъ съ разболтанной въ водѣ известью. Такою смѣсью смазываютъ кирпичи, когда изъ нихъ складываютъ стѣны. Известь, соединяясь съ углекислымъ газомъ воздуха, превращается въ углекислую известь, а углекислая известь, высыхая, крѣпко склеиваетъ между собою отдѣльныя песчинки.

Твердые песчаники идутъ на различныя постройки. Изъ нихъ дѣлаютъ также жернова для мельницъ и точильные камни.

§ 8. Глина.

Глина въ природѣ встрѣчается такъ же часто, какъ и песокъ. Отличить ее отъ песка очень легко. Прежде всего, она не состоитъ изъ такихъ песчинокъ, какъ песокъ; крупинки ея такъ мелки, что вы различаете ихъ съ большимъ трудомъ. Эти крупинки, когда глина высыхаетъ, не разсыпаются, какъ песчинки, а остаются склеенными другъ съ другомъ въ одинъ плотный, твердый комокъ. Если подышать на него, то чувствуется особенный глинистый запахъ, напоминающій запахъ сырой земли. Сырая глина вязка, мѣсится какъ тѣсто, и изъ нея можно лѣпить разныя вещи. Хотя она и впитываетъ въ себя воду, но эту воду она удерживаетъ въ себѣ, а не пропускаетъ черезъ себя, какъ песокъ. Поэтому сквозь слой сырой глины вода почти не проходитъ, или проходитъ очень медленно. (Сдѣлайте опытъ! см. § 6). Тамъ, гдѣ въ почвѣ много глины, почва трудно просыхаетъ, на ней послѣ большихъ дождей долго остаются лужи.

Совершенно чистая глина—бѣлаго цвѣта. Но такая глина попадается не часто, потому что обыкновенно къ ней бываютъ примѣшаны различныя другія вещества, измѣняющія ея цвѣтъ. Чистая бѣлая глина, безъ всякихъ примѣсей, попадается только возлѣ тѣхъ мѣстъ, гдѣ она образуется изъ другихъ горныхъ породъ. Эта глина называется фарфоровою, потому что она идетъ на приготовленіе фарфора*).

Чаще, чѣмъ фарфоровая глина, встрѣчается горшечная, очень вязкая и липкая, свѣтло-сѣраго цвѣта, уже не такая чистая, какъ фарфоровая. На изготовленіе фарфора она не годится, а идетъ на приготовленіе глиняной посуды. Изъ нея лѣпятъ горшки, миски, плошки, блюда и другую посуду. Эту посуду затѣмъ обжигаютъ, т. е. прокаливаютъ въ особыхъ печахъ. Отъ обжиганія глина дѣлается красною и перестаетъ впитывать въ себя воду.

*) Лучшая фарфоровая глина находится въ Китаѣ. Она называется „каолиномъ“.

Обыкновенная глина бываетъ темно-сѣраго, синеватаго или краснаго цвѣта. Изъ такой глины дѣлаютъ черепицы для крышъ, кирпичи и другія, болѣе грубыя вещи.

§ 9. Глинистые сланцы.

Глина, какъ и песокъ, обыкновенно образуетъ слои. Очень часто на какомъ-нибудь обрывѣ или еще лучше на высокомъ крутомъ берегу рѣки можно видѣть, какъ красивые разноцвѣтные слои песка чередуются со слоями глины. Конечно, эти слои осѣли изъ воды не въ одно время. Слой осѣдалъ за слоемъ, и притомъ каждый слой осѣдалъ долгое время,—не годъ и не два, а много десятковъ и даже сотенъ лѣтъ. Нижніе слои гораздо древнѣе верхнихъ. Обыкновенно это бываетъ замѣтно уже по плотности слоевъ: чѣмъ древнѣе слой глины, тѣмъ онъ плотнѣе. На него давятъ своею тяжестью всѣ вышележащіе слои, и отъ такого постояннаго давленія онъ мало-по-малу слеживается, дѣлается плотнѣе, тверже.

Неудивительно поэтому, что очень древняя глина мало-по-малу дѣлается твердою, какъ камень. Такая окаменѣвшая глина уже не размокаетъ отъ воды; она не мѣсится, но зато легко колется на тонкіе слои, на тонкія ровныя пластинки и за это получила названіе глинистаго сланца. Изъ темнаго глинистаго сланца готовятъ аспидныя доски (аспидный сланецъ); тонкія плиты сѣраго глинистаго сланца употребляются на покрытіе кровель (кровельный сланецъ); изъ кусковъ болѣе мягкаго сѣраго глинистаго сланца дѣлаютъ грифеля (грифельный сланецъ).

§ 10. Каменная соль.

Океанъ, окружающій материки, вдается мѣстами въ сушу большими и глубокими заливами. Таковы, напримѣръ, наше Бѣлое море, Балтійское море, Средиземное, Черное и нѣкоторыя другія моря. Представьте себѣ, что

проливъ, соединяющій такое море съ океаномъ, закроется. Тогда море будетъ отрѣзано отъ океана и будетъ со всѣхъ сторонъ окружено сушею. Таково, напримѣръ, наше Каспійское море.

Если въ такое море не будетъ впадать большихъ рѣкъ или если рѣкъ этихъ будетъ мало, то вода въ немъ будетъ постепенно убывать вслѣдствіе испаренія.

Наше Каспійское море въ древности соединялось съ Чернымъ моремъ и съ Сѣвернымъ Ледовитымъ океаномъ,

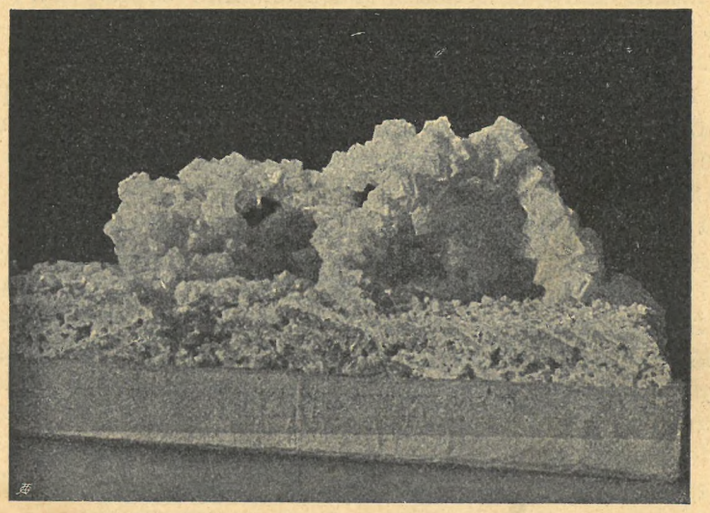


Рис. 86.—Самосадочная соль.

а теперь оно заперто со всѣхъ сторонъ сушею; въ него впадаетъ только одна крупная рѣка, Волга. Каспійское море какъ разъ представляетъ такое у с ы х а ю щ е е море. Не такъ давно вода его покрывала собою всю лежащую къ сѣверу отъ него Прикаспійскую низменность. Теперь на мѣстѣ моря по этой низменности разбросана масса высыхающихъ мелкихъ и крупныхъ озеръ съ соленою водою. Вода въ нихъ насыщена солью, и въ жаркое время года, когда вода быстро испаряется, крупные кристаллы „с а м о с а д о ч н о й“ соли осаждаются изъ нея и покрываютъ дно и берега озеръ (см. рис. 86). Вся почва между озерами пропитана солью.

Если Каспійское море и въ будущемъ будетъ такимъ же образомъ усыхать, то рано или поздно оно должно

совершенно высохнуть. Тогда на мѣстѣ бывшаго моря останется нѣсколько впадинъ, наполненныхъ слоями соли, осѣвшей при испареніи морской воды. Съ теченіемъ времени эти слои соли могутъ занестись сверху пескомъ или глиною, и тогда ничто уже не будетъ напоминать

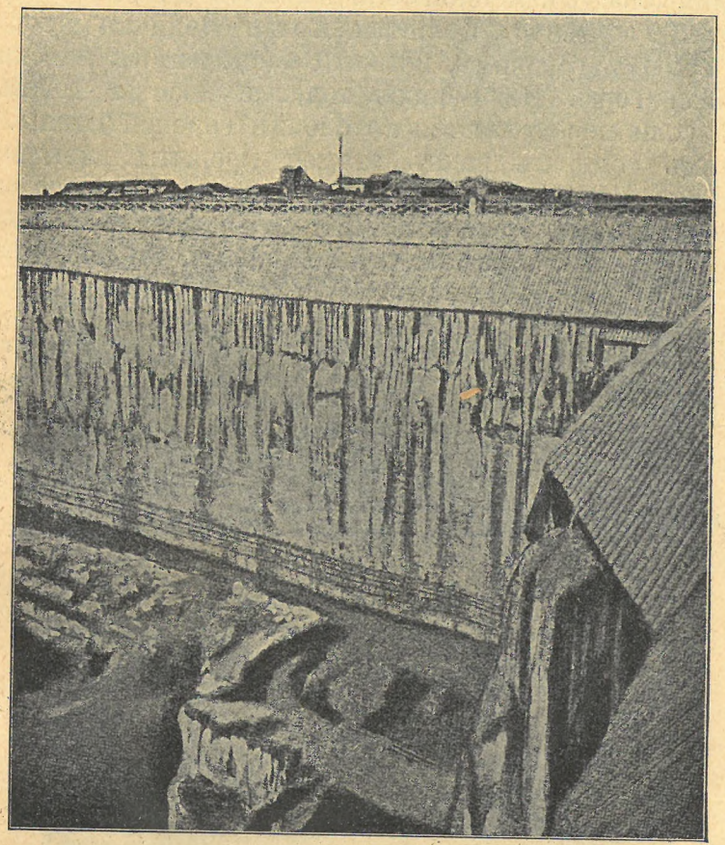


Рис. 87.—Пластъ каменной соли у Илецкой Защиты.

когда-то бывшаго здѣсь большого внутренняго моря; но на нѣкоторой глубинѣ въ землѣ будутъ лежать толстые пласты соли.

Во многихъ мѣстахъ такіе пласты соли, дѣйствительно, встрѣчаются среди различныхъ горныхъ породъ. Самое эту соль надо считать за особую горную породу. Ее называютъ к а м е н н о й с о л ь ю. У насъ, напримѣръ,

въ Оренбургской губерніи, возлѣ города Илецкой Защиты изъ-подъ земли выступаетъ слой каменной соли (рис. 87), толщина котораго болѣе 70 саженъ (болѣе 145 метровъ); но самыя замѣчательныя отложенія каменной соли находятся возлѣ австрійскаго города Велички (въ Галиціи). Здѣсь толщина слоевъ каменной соли доходитъ до 1400 метровъ (около 700 саженъ*). Соляныя „копи“ Велички находятся подъ самымъ городомъ, который расположенъ на склонѣ красивой горы. Въ копяхъ толстые пласты блестящей бѣлой соли перемежаются со слоями соленой глины. Въ пластахъ соли въ шесть этажей прорыты извилистыя галлереи. Мѣстами внутри плотной соли выбиты залы, въ которыхъ всѣ предметы, начиная со стѣнъ и сводовъ, поддерживаемыхъ высокими колоннами, и кончая люстрами, свѣшивающимися сверху, и мебелью—высѣчены изъ соли (рис. 88).

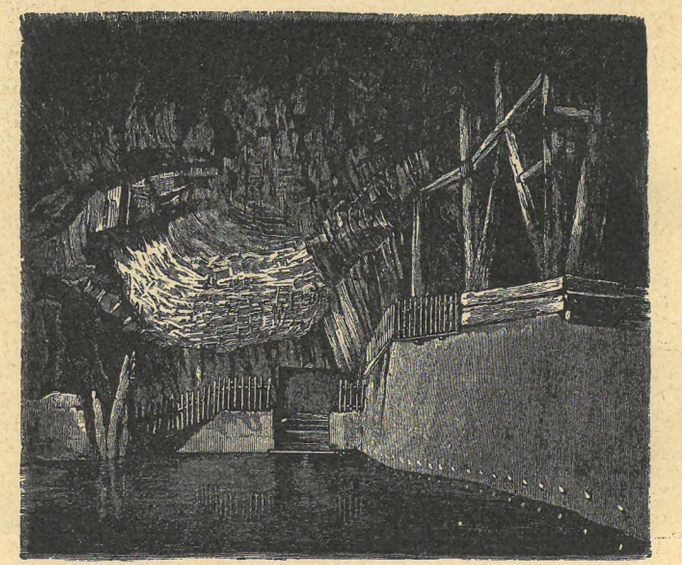


Рис. 88.—Подземное озеро въ соляныхъ копяхъ Велички.

Чистая каменная соль легко колется на правильные кубы, а мѣстами, особенно на стѣнкахъ пустотъ, которыя нерѣдко встрѣчаются въ пластахъ соли, образуетъ громадные, очень красивые, прозрачные кубическіе кристалы. Очень часто постороннія примѣси окрашиваютъ каменную соль въ красивый розовый и желтый, а иногда въ голубой или зеленый цвѣтъ.

*) 500 саженъ = 1 верстѣ.

§ 11. Гипсъ.

Въ морской водѣ, кромѣ обыкновенной соли („хлористаго натрія“), растворены также различныя другія вещества. При испареніи морской воды изъ нея будутъ осѣдать и эти вещества. Поэтому, если скопленія каменной соли образовались вслѣдствіе высыханія древнихъ морей или соленыхъ озеръ, то вмѣстѣ съ каменной солью должны были бы встрѣчаться и нѣкоторыя другія вещества. И дѣйствительно, слои каменной соли почти всегда сопровождаютъ отложенія нѣкоторыхъ другихъ веществъ, и между ними особенно важны отложенія гипса.

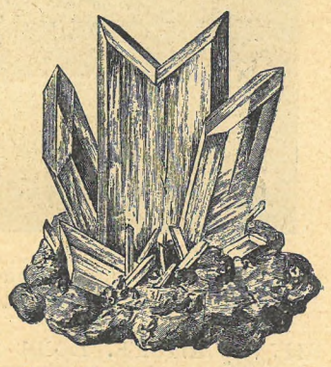


Рис. 89.—Кристаллы гипса.

Изъ особаго рода гипса, называемаго селенитомъ, часто вырѣзываютъ различныя красивыя вещицы: шкатулки, прессъ-папье, пасхальныя яйца и т. п. Минералъ селенитъ—желтоватаго цвѣта и состоитъ изъ длинныхъ шелковистыхъ кристалловъ въ видѣ тонкихъ столбиковъ или нитей, за что его называютъ также волокнистымъ, или жилковатымъ гипсомъ. Селенитъ встрѣчается прослойками среди толстыхъ слоевъ снѣжно-бѣлаго обыкновеннаго плотнаго гипса. При испареніи морской воды изъ всѣхъ веществъ, которыя въ ней растворены, первымъ начинаетъ осаждаться гипсъ.

Осаждающіеся изъ воды кристаллы гипса содержатъ въ себѣ немного воды, которая химически соединена съ нимъ. Для того, чтобы удалить эту воду, надо гипсъ нагрѣть, и тогда изъ обыкновеннаго гипса получится т. наз. алебастръ.

Въ природѣ гипсъ встрѣчается такими же пластами и примѣрно въ тѣхъ же мѣстностяхъ, что и каменная соль. Его добываютъ, главнымъ образомъ, для получе-

нія изъ него алебастра. Смѣшанный съ водою, алебастръ быстро затвердѣваетъ въ одну сплошную массу и, соединяясь съ этою водою химически, превращается снова въ обыкновенный гипсъ (рис. 90). Пользуясь этимъ, изъ него дѣлаютъ бюсты, статуэтки, разныя лѣпныя украшенія и т. п.

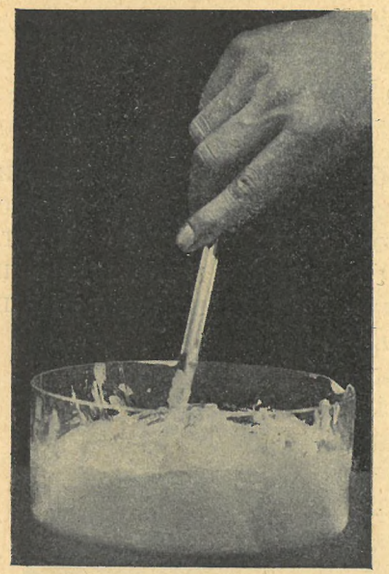


Рис. 90.—Затвердѣваніе алебастра съ водою. (По фотографіи).

§ 12. Известняки.

Въ водѣ живетъ множество животныхъ. Какъ въ нашемъ тѣлѣ есть твердыя части, образующія нашъ скелетъ, такъ и въ тѣлѣ водяныхъ животныхъ могутъ быть твердыя части. Эти твердыя части или находятся внутри тѣла, или покрываютъ его снаружи, какъ, напр., раковины у улитокъ. Если взять раковину какой-нибудь улитки и бросить ее въ воду съ соляною кислотою, то изъ стѣнокъ раковины сейчасъ же побѣгутъ пузырьки углекислаго газа. Это — потому, что въ раковинѣ есть углекислая известь. Такимъ же образомъ и въ твердыхъ частяхъ тѣла или въ скелетѣ многихъ морскихъ животныхъ—есть углекислая известь.

Послѣ смерти каждое морское животное опускается на дно. Мягкое тѣло его сгниваетъ, но твердый скелетъ на днѣ моря можетъ сохраняться очень долгое время, подобно тому, какъ сохраняются въ землѣ кости разныхъ наземныхъ животныхъ. Благодаря этому, на днѣ морей во многихъ мѣстахъ изъ года въ годъ, изъ вѣка въ вѣкъ, въ теченіе многихъ тысячъ лѣтъ накопляются толстыми слоями твердые остатки животныхъ, состоящіе изъ углекислой извести. Эти слои, давя другъ на друга, мало-по-малу становятся все болѣе и болѣе плотными. Часть углекислой извести склеиваетъ остатки отдѣльныхъ животныхъ въ одну твердую сплошную массу (рис. 91). Такъ, рыхлыя отложенія мало-по-малу превращаются въ твердую горную породу, которую называютъ известнякомъ.

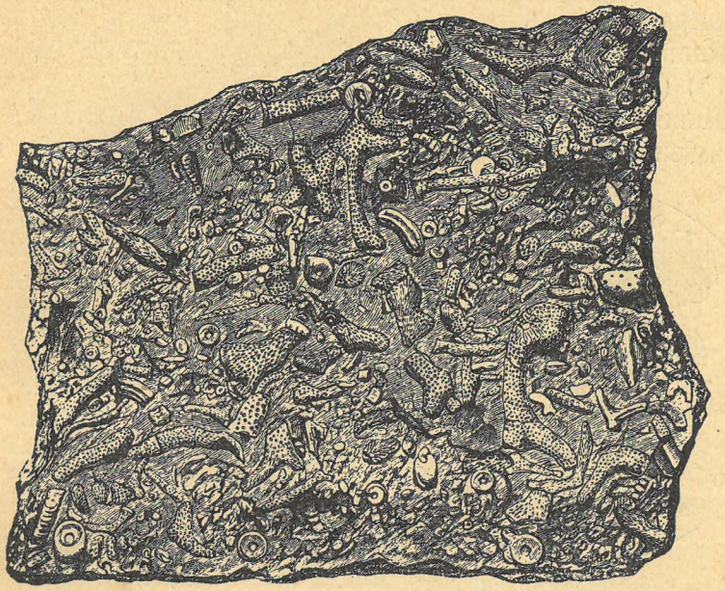


Рис. 91.—Кусокъ известняка съ остатками животныхъ.

Весь известнякъ, напримѣръ, на которомъ построена Одесса, состоитъ изъ склеенныхъ другъ съ другомъ мелкихъ и крупныхъ створокъ морскихъ раковинъ. Особенно часто известняки бываютъ построены изъ раковинокъ мельчайшихъ животныхъ, которыя называются корненожками. Въ моряхъ корненожки живутъ въ громадныхъ количествахъ, и илъ на днѣ моря состоитъ мѣстами сплошь изъ ихъ пустыхъ раковинокъ (рис. 92). Мѣлъ есть не что иное,

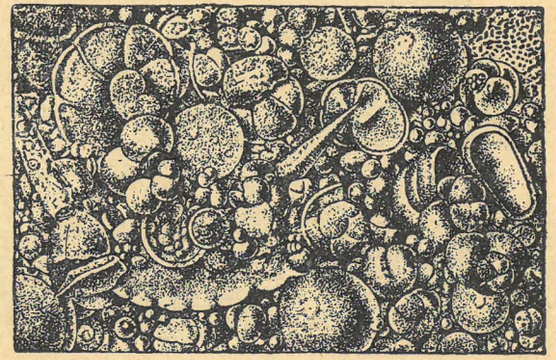


Рис. 92.—Илъ изъ раковинокъ корненожекъ.

какъ такой окрѣпшій морской илъ, образовавшійся на днѣ глубокаго моря. Въ наскобленномъ порошкѣ мѣла, разсматривая его въ микроскопъ, можно найти множество обломковъ и цѣлыхъ раковинокъ различныхъ корненожекъ*) (рис. 93).

Известняки встрѣчаются очень часто. Зная ихъ происхожденіе, мы можемъ сказать, что та суша, которая покрыта ими, была раньше дномъ моря. Иногда известняки лежатъ на самой поверхности земли, большею же частью они покрыты сверху толстыми слоями песка и глины. Многія горы состоятъ, главнымъ образомъ, изъ известняковъ. Отъ различныхъ примѣсей известняки могутъ быть самыхъ различныхъ цвѣтовъ.

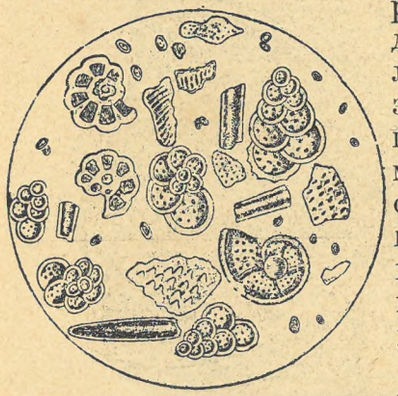


Рис. 93.—Раковинки корненожекъ изъ мѣла (сильно увелич.).

Осѣдая на днѣ моря, известняки, какъ и глина, осѣдающая изъ воды,—должны располагаться на землѣ слоями (рис. 94). Такія горныя поро-

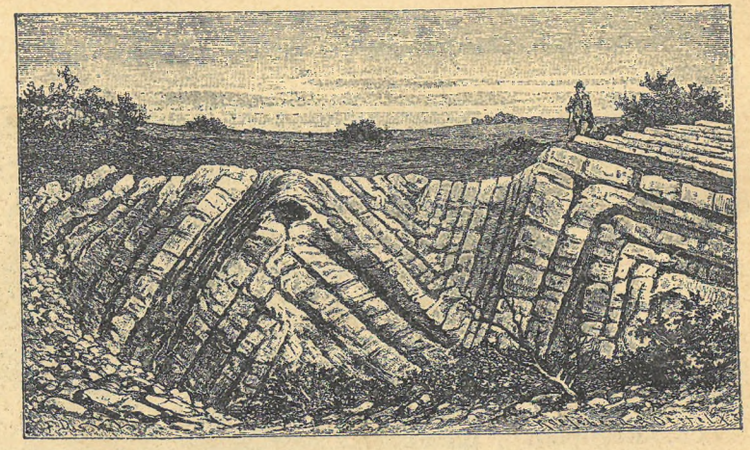


Рис. 94.—Слои пластовъ известняка.

ды называются поэтому слоистыми, а тѣ изъ нихъ, которыя осѣдаютъ изъ воды—осадочными.

*) Мраморъ есть также известнякъ, состоящій изъ очень мелкихъ кристалликовъ углекислой извести.

Благодаря своей слоистости, многіе известняки отлично колятся на плиты. Изъ такихъ плитъ въ городахъ (напримѣръ, въ Петербургѣ) часто дѣлаютъ тротуары, ступени лѣстницъ и т. п. Много известняка идетъ на обжиганіе для полученія ѣдкой („негашеной“) извести (см. „Воздухъ“, III, § 7).

§ 13. Каменный уголь и его образованіе.

Какъ изъ скопленій твердыхъ частей животныхъ происходятъ известняки, такъ изъ скопленій растеній происходитъ другая горная порода, называемая каменнымъ углемъ.

При нагрѣваніи на воздухѣ дерево загорается и сгораетъ. При этомъ получается углекислый газъ и вода. Здѣсь съ деревомъ происходитъ подобное же измѣненіе, какъ со стеариномъ при горѣніи свѣчи. Главная часть дерева состоитъ изъ древесины, а древесина есть химическое соединеніе углерода, водорода и кислорода.

Когда мы знакомились съ измѣненіями, происходящими со стеариномъ при горѣніи свѣчи (см. „Воздухъ“, IV), то мы видѣли, что прежде чѣмъ горѣть, т. е. соединяться съ кислородомъ воздуха,—стеаринъ разлагается на различныя другія вещества, и эти вещества уже горятъ въ свѣтлой и въ наружной части пламени свѣчи. Такимъ же образомъ и при горѣніи дерева древесина отъ жара прежде всего разлагается на другія, болѣе простыя химическія соединенія, а потомъ уже происходитъ горѣніе ихъ. Безъ доступа воздуха горѣніе происходить не можетъ, но отсутствіе воздуха не мѣшаетъ разложенію древесины.

Насыплемъ хорошо высушенныхъ древесныхъ опилокъ въ стеклянную реторту и проведемъ трубку въ колбу черезъ пробку этой колбы. Черезъ ту же пробку колбы проведемъ еще другую трубку съ узкимъ верхнимъ кончикомъ, какъ показано на рис. 95. Затѣмъ будемъ нагрѣвать реторту съ опилками.

При нагрѣваніи ея мы замѣтимъ прежде всего, что опилки начнутъ чернѣть, т. е. обугливаться; затѣмъ мы увидимъ, какъ стѣнки колбы, если ее охлаждать, покроются капельками жидкости и какъ эта жидкость будетъ мало-

по-малу собираться на днѣ колбы; наконецъ, мы узнаемъ по запаху, что черезъ трубку съ узкимъ кончикомъ изъ колбы выходитъ какой-то газъ. Если поднести къ кончику трубки горящую спичку, то выходящій газъ вспыхнетъ и будетъ горѣть. Такимъ образомъ, при нагрѣваніи дерева безъ притока

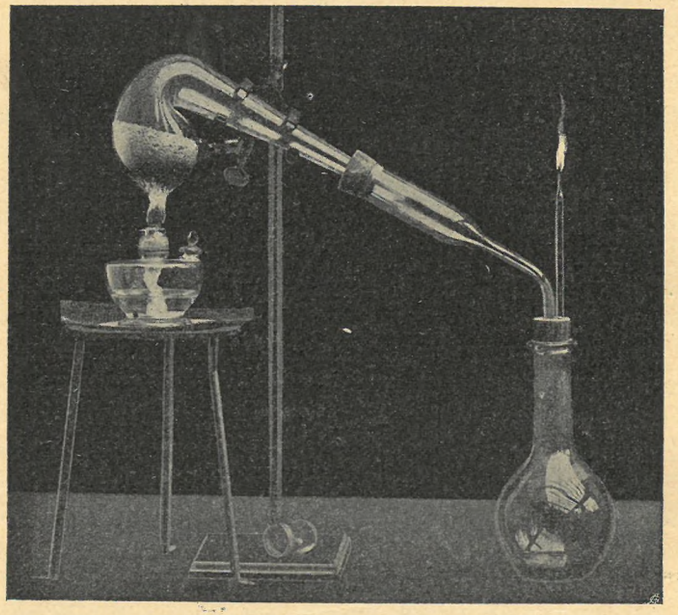


Рис. 95.—Сухая перегонка дерева. (По фотографіи).

воздуха мы получили уголь, жидкость и горючій газъ. Отъ дѣйствія жара произошло разложеніе дерева на другія вещества. При этомъ небольшая часть углерода и водорода древесины могли соединиться съ кислородомъ древесины и окислиться; но кислорода въ древесинѣ было слишкомъ мало, чтобы весь углеродъ и водородъ могли сгорѣть. Мы видимъ, что большая часть углерода осталась въ видѣ угля, а изъ остальной части углерода и водорода (и отчасти кислорода) получились различныя соединенія, отчасти жидкія, отчасти газообразныя.

Такое нагрѣваніе и разложеніе дерева безъ доступа воздуха называется „сухою“ перегонкою дерева. Посредствомъ сухой перегонки изъ дерева добывается уксусная кислота, древесный спиртъ, деготь, а изъ хвойныхъ

деревьевъ—также смола, скипидаръ и нѣкоторыя другія вещества. Подобное же измѣненіе съ древесиною происходитъ и въ скопленіяхъ мертвыхъ растеній, если эти скопленія покроются сверху достаточно толстымъ, непроницаемымъ для воздуха, слоемъ песка, глины или другихъ отложеній, нанесенныхъ водою. Рыхлая древесина подъ тяжестью давящей сверху наносной земли слежится, сожмется въ одинъ плотный слой, „обуглится“ и мало-по-малу превратится въ каменный уголь.

§ 14. Происхожденіе скопленій растеній, превращающихся въ каменный уголь. Торфъ.

Въ сырыхъ сѣверныхъ странахъ, гдѣ глинистая или каменистая почва не пропускаетъ сквозь себя воду, образуются большія лѣсныя озера. Берега лѣсного озера очень скоро обрастаютъ мхомъ. Онъ окружаетъ озеро со всѣхъ сторонъ широкой ярко-зеленой каймой. Эта кайма постепенно растетъ, расширяется. Съ берега она переходитъ на воду, и мало-по-малу все озеро затягивается слоемъ мха. Но подъ этимъ слоемъ находится вода. Мохъ не тонетъ, а держится на ея поверхности только потому, что онъ образуетъ одинъ сплошной слой, края котораго переходятъ на берега. Изъ года въ годъ слой мха утолщается: сверху нарастаетъ все новый и новый мохъ,—свѣжій, полный силы,—а снизу мохъ умираетъ. Мало-по-малу онъ достигаетъ такой толщины, что заполняетъ собою все озеро до самаго дна его. Такъ происходятъ моховыя болота.

Когда лѣсное озеро превратится въ моховое болото, слой мха уже не можетъ утолщаться. Но сверху нарастаетъ все новый и новый мохъ, и вотъ нижній, давно уже умершій, побурѣвшій мохъ, на который давитъ весь вышележащій мохъ, превращается мало-по-малу въ болѣе плотную массу, въ слой такъ называемаго торфа. Оттого и старыя моховыя болота называютъ торфяными болотами или просто торфяниками.

Чѣмъ древнѣе болото, тѣмъ толще слой торфа. Иногда этотъ слой доходитъ до четырехъ, пяти и даже болѣе саженъ толщины.

Изъ старыхъ, давно уже высохшихъ болотъ торфъ вырѣзываютъ большими кусками (рис. 96), сушатъ и топятъ имъ печи.

Старые торфяники могутъ со временемъ не только высохнуть, но даже покрыться сверху землей, нанесенной

Рис. 96.—Добыча торфа.

водою. Тамъ, гдѣ было болото, теперь снова разрастается лѣсъ, а на нѣкоторой глубинѣ подъ землею, какъ послѣдній слѣдъ болота, лежитъ толстый слой торфа. Пройдутъ тысячи лѣтъ, и этотъ торфъ мало-по-малу превратится въ каменный уголь.

Скопленія растеній, превращающіяся въ каменный уголь, могутъ имѣть также и другое происхожденіе. Напримѣръ, каждая большая рѣка, протекающая черезъ лѣсъ, несетъ съ собою въ море множество лѣсного сора. Весною вода рѣки выступаетъ изъ береговъ и разливается по лѣсу. Она уноситъ изъ лѣсу все, что встрѣчается на пути и что держится и не тонетъ въ водѣ. Упавшія вѣтви деревьевъ, сучья и даже сами деревья, поваленныя вѣтромъ,—все сносится въ рѣку и мало-по-малу выносится въ море (рис. 97).

Устья всѣхъ большихъ сибирскихъ рѣкъ завалены такимъ соромъ на многіе десятки верстъ. Дерево, про-

питавшееся водой, уже не держится на ней, а погружается на дно. Дерево падаетъ на дерево, и вотъ изъ года въ годъ

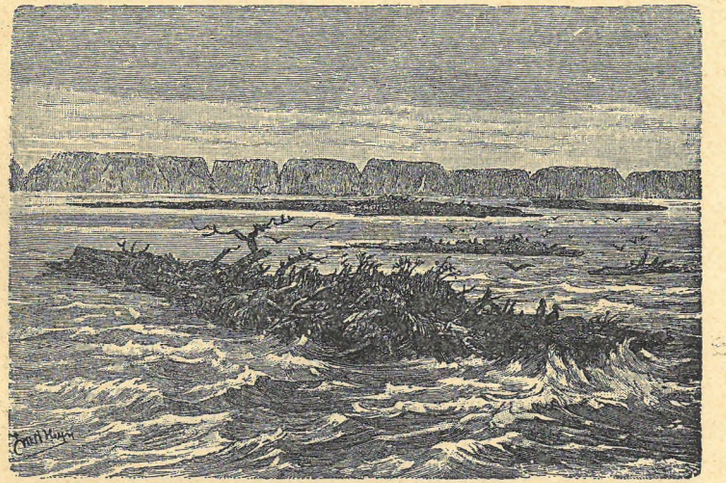


Рис. 97.—Пловучія скопленія деревьевъ.

накопляются на днѣ груды стволовъ, сучьевъ, корягъ и другихъ обломковъ деревьевъ.

§ 15. Значеніе каменнаго угля.

Каменный уголь является однимъ изъ самыхъ полезныхъ минераловъ. Онъ идетъ на топку печей, особенно на заводахъ и фабрикахъ, изъ него добываютъ свѣтильный газъ (сухою перегонкою) и много другихъ веществъ. Ни одна изъ европейскихъ странъ не могла бы обойтись въ настоящее время безъ каменнаго угля. Чѣмъ больше его добывается въ какой-нибудь странѣ, тѣмъ богаче эта страна.

Каждый годъ сжигаютъ каменнаго угля десятки милліоновъ пудовъ, но запасы этого драгоцѣннаго минерала въ землѣ такъ велики, что ихъ хватитъ еще на очень долгое время. Земля какъ бы сберегла для насъ въ видѣ каменнаго угля тѣ растенія, которыя давнымъ давно жили на ней. Впрочемъ, какъ образованіе известняковъ, такъ и образованіе каменнаго угля продолжается и въ наши дни.

Чѣмъ древнѣе каменный уголь, тѣмъ онъ плотнѣе, тѣмъ больше онъ походитъ на камень. Въ немъ меньше остается разныхъ примѣсей и больше содержится чи-

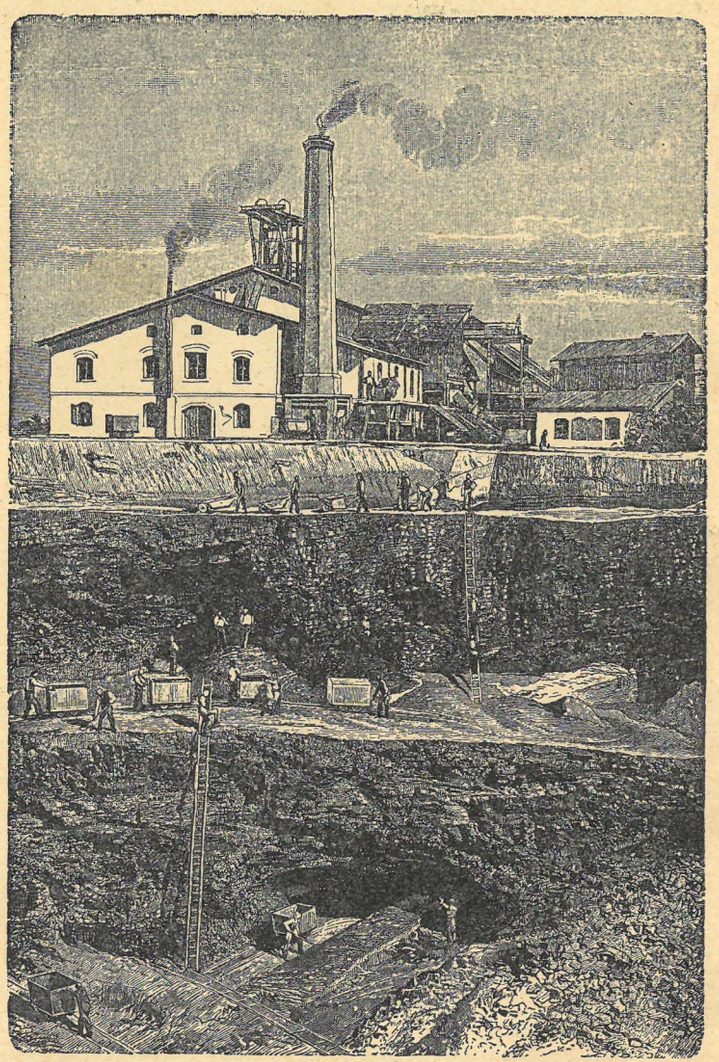


Рис. 98.—Разработка каменнаго угля.

стаго угля. Уже по цвѣту каменныхъ углей можно судить приблизительно о томъ, какой уголь древнѣе. Болѣе древній всегда чернѣе (антрацитъ). Наоборотъ,

угли, образовавшіеся не такъ давно, имѣютъ бурый, коричневый цвѣтъ (бурый каменный уголь).

При добычѣ изъ каменнаго угля свѣтильнаго газа каменный уголь нагрѣваютъ въ особыхъ большихъ желѣзныхъ или глиняныхъ печахъ безъ доступа воздуха (сухой перегонкой). Такъ какъ каменный уголь не есть чистый углеродъ, а въ немъ, кромѣ углерода, есть много другихъ веществъ, образовавшихся отъ разложенія дерева,—то при сухой перегонкѣ его получается цѣлый рядъ разныхъ жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ.

Пары жидкостей и газообразныя тѣла отводятся изъ печей по особымъ трубамъ. Затѣмъ газы промываются, очищаются отъ разныхъ вредныхъ примѣсей и собираются въ одно мѣсто, въ одинъ громадный резервуаръ. Изъ него уже свѣтильный газъ проводится по городу.

Свѣтильный газъ представляетъ смѣсь разныхъ газовъ. Болѣе всего въ немъ водорода (изъ водорода состоитъ почти половина свѣтильнаго газа). Оттого-то смѣсь свѣтильнаго газа съ воздухомъ при зажиганіи такъ же взрываетъ, какъ смѣсь съ воздухомъ водорода.

Послѣ сухой перегонки каменнаго угля въ немъ остается почти чистый уголь въ видѣ блестящаго, сѣраго, очень пористаго, такъ называемаго кокса.

§ 16. Болотный газъ.

Между газами, образующимися при разложеніи древесины безъ доступа воздуха, можетъ быть, самый интересный тотъ, который всегда образуется подъ водою на днѣ болотъ изъ гніющихъ растеній. Его называютъ „болотнымъ газомъ“. Если въ концѣ лѣта воткнуть длинную палку въ дно болота, почти заросшаго мхомъ, то со дна на поверхность воды всплываетъ нѣсколько пузырьковъ какого-то газа. Правда, это не будетъ чистый „болотный газъ“,—здѣсь будетъ и углекислый газъ, и вонючій сѣроводородный, и нѣкоторые другіе газы,—но все-таки главная часть газа въ пузырькахъ будетъ состоять изъ болотнаго газа.

Чистый болотный газъ горитъ на воздухѣ спокойнымъ, довольно свѣтлымъ пламенемъ; но если раньше смѣшать его съ воздухомъ и потомъ зажечь такую смѣсь, то она вспыхиваетъ съ сильнымъ взрывомъ, какъ смѣсь водорода съ кислородомъ.

Во всякомъ каменномъ углѣ есть множество трещинъ, и въ нихъ-то задерживается болотный газъ, образовавшійся при превращеніи остатковъ растеній въ каменный уголь. Оттого-то въ каменноугольныхъ шахтахъ при ломкахъ угля мало-по-малу скопляется много болотнаго, или рудничнаго газа. Выходя изъ угля, онъ смѣшивается съ воздухомъ шахтъ, и тогда очень опасно зажигать въ шахтахъ огонь безъ нѣкоторыхъ предосторожностей. Смѣсь болотнаго газа съ воздухомъ, наполняющая шахты, можетъ вдругъ

вспыхнуь. Такъ происходятъ иногда страшные взрывы, отъ которыхъ вздрагиваетъ земля, осыпаются своды подземныхъ корридоровъ и заваливаютъ своими обломками работающихъ въ шахтахъ углекоповъ.

Раньше взрывы въ каменноугольныхъ шахтахъ случались очень часто, но около ста лѣтъ тому назадъ извѣстный англійскій химикъ Деви сдѣлалъ замѣчательное изобрѣтеніе, благодаря которому взрывы стали болѣе рѣдкими, и, такимъ образомъ, была сохранена жизнь многимъ сотнямъ и тысячамъ углекоповъ. Если накрыть огонь свѣчи частою металлическою сѣткою, то огонь не будетъ проходить черезъ сѣтку. Это происходитъ оттого, что горючіе газы пламени, проходя черезъ металлическую сѣтку, быстро охлаждаются: ихъ тепло вмѣсто того, чтобы поддерживать ихъ горѣніе, идетъ на нагрѣваніе сѣтки,—горѣніе прекращается, и пламя не переходитъ черезъ сѣтку. Этимъ воспользовался Деви и устроилъ лампу, у которой огонь окруженъ на нѣкоторомъ разстояніи частою металлическою сѣткою (рис. 99). Съ такой лампой углекопъ можетъ безопасно входить въ шахту, въ которой скопляется каменноугольный газъ, потому что слабый взрывъ газа, если и произойдетъ, то только вокругъ пламени, внутри сѣтки лампочки,—далѣе наружу, черезъ сѣтку лампы. этотъ взрывъ не перейдетъ. Лампы Деви, нѣсколько усовершенствованныя, употребляются въ настоящее время во всѣхъ каменноугольныхъ копяхъ, гдѣ нѣтъ электрическаго освѣщенія.

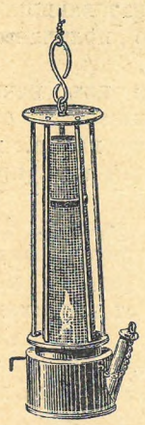


Рис. 99.—Лампа Деви.

§ 17. Графитъ и алмазъ.

Нагрѣваніе каменнаго угля безъ доступа воздуха можетъ происходить и въ природѣ, и тогда изъ него получается довольно мягкая однообразная масса такого же блестящаго сѣраго цвѣта, какъ коксъ, но не пористая, а плотная. Ее называютъ графитомъ. Это тотъ самый графитъ, изъ котораго дѣлаютъ обыкновенные карандаши. Можетъ быть, не весь графитъ, находимый въ землѣ, произошелъ изъ каменнаго угля, но мы знаемъ, что, по крайней мѣрѣ, часть его произошла такимъ способомъ. Графитъ есть чистый углеродъ, только измѣнившій свои особенности отъ дѣйствія сильнаго жара.

Какъ ни странно такое превращеніе угля, но еще удивительнѣе другое измѣненіе углерода, а именно—превращеніе его въ алмазъ. Алмазъ—драгоцѣнный камень; правильно отшлифованные алмазы называются брилліантами (рис. 100). Кристаллы алмазовъ находятъ внутри нѣкоторыхъ горныхъ породъ (рис. 101).

Между графитомъ и углемъ мы могли бы найти нѣкоторое сходство, хотя бы ихъ темный цвѣтъ или то, что оба они пишутъ

на бумагѣ, но алмазъ уже совсѣмъ не похожъ на уголь. Скорѣе его можно сравнить со стекломъ. Онъ часто бываетъ прозраченъ, какъ стекло; онъ тверже угля, стекла и всѣхъ другихъ твердыхъ тѣлъ. Но если алмазъ истолочь въ порошокъ и этотъ порошокъ сильно прокалить, то онъ снова измѣнитъ свой видъ: станетъ чернымъ и мягкимъ, какъ уголь.

Рис. 100.—Брилліантъ.

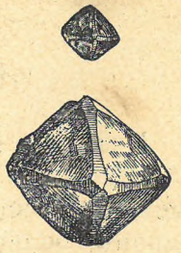


Рис. 101.—Натуральный кристаллъ алмаза (внизу—увеличенный).

---

1. Какая разница между минераломъ и горною породою? Можно ли гранитъ назвать минераломъ? Почему? Чѣмъ отличаются другъ отъ друга кварцъ, полевой шпатъ и слюда?
2. Чѣмъ отличаются кристаллическія вещества отъ некристаллическихъ?
3. Какія вамъ извѣстны случаи кристаллизаціи? Кристаллическое ли тѣло—ледъ?
4. Приведите примѣры кристалловъ, наблюдаемыхъ въ природѣ.
5. Почему разрушается отъ вывѣтриванія гранитъ?
6. Какъ отдѣлить глину отъ песка, если они смѣшаны? Почему дно быстрыхъ ручьевъ бываетъ покрыто болѣе крупнымъ пескомъ, чѣмъ дно большихъ рѣкъ?
7. Почему прямо на пескѣ нельзя строить большихъ домовъ? Какъ песокъ образуется? Изъ какого матеріала состоитъ чистый бѣлый песокъ? На что онъ идетъ? Отъ чего зависитъ цвѣтъ песка? Какъ образуются песчаники?
8. Почему песокъ и глина встрѣчаются обыкновенно слоями? Чѣмъ глина отличается отъ песка? Зачѣмъ обжигаютъ кирпичи?
9. Какъ образуются глинистые сланцы?
10. Почему каменную соль можно назвать горною породою? Какъ образуется эта горная порода?
11. Почему гипсъ встрѣчается обыкновенно тамъ же, гдѣ и каменная соль? Что такое алебастръ?
12. Какъ образуются известняки? Каковъ ихъ химическій составъ?
13. Почему при сухой перегонкѣ дерева уголь не выгораетъ? Чѣмъ образованіе каменнаго угля похоже на сухую перегонку дерева?
14. Какъ образуется каменный уголь? Что такое торфъ?
15. На что идетъ каменный уголь?
16—17. Какія измѣненія углерода вамъ извѣстны?

II. Металлы.

§ 1. Общія свойства металловъ.

Металлы, какъ извѣстно,—простыя тѣла (см. „Вода“, V, § 1). Всѣ они обладаютъ особымъ блескомъ („металлическій“ блескъ), хорошо полируются, отъ ударовъ, большею частью, не крошатся, какъ камни или стекло, и не ломаются, какъ дерево,—а мнутся, или, какъ говорится, куются, а при достаточномъ нагрѣваніи сначала размягчаются, а потомъ плавятся; въ расплавленномъ видѣ металлы легко смѣшиваются другъ съ другомъ, образуя при застываніи такъ называемые сплавы.

Указанными особенностями разные металлы обладаютъ, разумѣется, не въ одинаковой степени. Золото, напримѣръ, или мѣдь гораздо болѣе ковки, чѣмъ желѣзо. Изъ золота можно выковать такую тонкую пластинку, что она будетъ просвѣчивать. Кромѣ того, каждый металлъ можетъ быть и болѣе, и менѣе ковкимъ, смотря по температурѣ, до которой онъ нагрѣтъ. Вы знаете, напримѣръ, что желѣзо передъ тѣмъ, какъ ковать его, раскаляютъ до-красна; тогда оно становится мягкимъ и очень ковкимъ.

Особенности металловъ въ сплавахъ сильно измѣняются. Напримѣръ, серебро—очень мягкій металлъ, но стоитъ его сплавить съ небольшимъ количествомъ мѣди, и получится твердый сплавъ, не отличающійся по цвѣту отъ чистаго серебра. Поэтому-то т. наз. серебряныя вещи въ дѣйствительности изготовляются не изъ чистаго серебра, а изъ сплава его съ мѣдью; у насъ въ Россіи обыкновенно на 84 части серебра берутъ для сплава 12 частей мѣди (это называется серебромъ „84 пробы“). Какъ примѣръ сплава, который очень легко плавится, вы можете приготовить сплавъ висмута (50 частей), свинца (25 частей) и олова (25 частей). Этотъ сплавъ будетъ легко плавиться въ кипяткѣ.

Въ исторіи человѣчества врядъ ли что-нибудь играло такую большую роль, какъ металлы. До тѣхъ поръ, пока человѣкъ не научился пользоваться ими и приготовлять изъ нихъ различныя вещи, онъ оставался дикаремъ. Онъ

долженъ былъ жить въ пещерахъ или земляныхъ норахъ, орудіями ему служили осколки камней, привязанные къ палкамъ, одеждою—шкуры звѣрей, а посудою—обмазанныя глиною плетеныя корзинки.

Металлы очень распространены въ природѣ. Они входятъ въ составъ почти всѣхъ минераловъ въ видѣ соединеній съ различными другими тѣлами. Природныя соединенія, или горныя породы, изъ которыхъ добываютъ полезные металлы, называются рудами.

Хотя еще въ глубокой древности человѣкъ правильно оцѣнилъ особенности металловъ и началъ добывать ихъ, но первые металлы онъ добывалъ не изъ ихъ соединеній, а находилъ ихъ въ природѣ прямо въ металлическомъ видѣ, въ видѣ такъ называемыхъ самородныхъ металловъ. Этими металлами были золото, серебро и мѣдь. Тѣ вещи, которыя теперь дѣлаются изъ желѣза, какъ, напримѣръ, топоры, ножи и проч., раньше дѣлались изъ мѣди.

Только потомъ человѣкъ научился обрабатывать руды и, конечно, раньше всего тѣ, изъ которыхъ легче выплавлялся металлъ, а именно, руды олова, свинца, желѣза и ртути.

§ 2. Соединенія металловъ съ кислородомъ.

Какъ уже говорилось, лишь немногіе металлы встрѣчаются въ природѣ въ чистомъ, самородномъ видѣ. И это оттого, что почти всѣ металлы легко соединяются съ тѣми или другими тѣлами. Напримѣръ, вы знаете, что желѣзо, лежащее на сырой землѣ, очень быстро ржавѣетъ, превращаясь въ землистое вещество бураго или рыжаго цвѣта, ржавчину. Точно такъ же, если сильно накалить кусокъ желѣза, а потомъ дать ему охлаждаться, то онъ покрывается налетомъ желѣзнаго окисла въ видѣ черной корочки, такъ называемой желѣзной окалины.

Если бросить въ горящую печь новенькую блестящую мѣдную монету и, когда она накалится до-красна, вынуть ее изъ печи, то монета потеряетъ свой блескъ. Она покрыта теперь слоемъ мѣдной окалины. Смотря по тому, какъ сильно будетъ раскалена монета и каковъ

будетъ притокъ воздуха, вы можете получить на мѣдной монетѣ или черную, или красную мѣдную окалину. Въ красной мѣдной окалинѣ—меньше кислорода, чѣмъ въ черной.

Нѣкоторые металлы, какъ, напримѣръ, натрій, такъ жадно соединяются съ кислородомъ, что отнимаютъ его даже у воды (см. „Вода“ V, § 2); другіе,—если ихъ нагрѣть, отлично горятъ (напримѣръ, магній; см. „Воздухъ“ III, § 8).

Если одни металлы очень легко соединяются съ кислородомъ, то, съ другой стороны, другіе металлы не только сами собою, но даже и при накаливаніи—съ кислородомъ не соединяются. Примѣромъ такихъ металловъ могутъ служить серебро, золото, платина. Конечно, и у нихъ есть свои окислы, но эти окислы непрочны и очень легко снова разлагаются на кислородъ и чистый металлъ. Поэтому такіе металлы отлично сохраняютъ на воздухѣ свой блестящій металлическій видъ. Они называются, въ отличіе отъ легко измѣняющихся непостоянныхъ металловъ,—благородными металлами. Къ нимъ, кромѣ золота, серебра и платины, относится также и ртуть, единственный жидкій металлъ.

§ 3. Соединеніе металловъ съ сѣрой.

Смѣшаемъ въ ступкѣ немного мелкихъ желѣзныхъ опилокъ съ сѣрою*). Полученную смѣсь насыплемъ въ видѣ полоски—на жестяную пластинку и нагрѣемъ эту пластинку у одного конца полоски. Когда она достаточно нагрѣется, мы замѣтимъ, какъ наша смѣсь будетъ накаляться сама собою—отъ нагрѣтаго конца къ противоположному (рис. 102). При этомъ часть сѣры будетъ выгорать. Когда нагрѣваніе прекратится и пластинка остынетъ, на ней будетъ однородное твердое сѣрое вещество, похожее на желѣзо. Можно было бы подумать, что это сплавившіяся желѣзныя опилки, изъ которыхъ сѣра выгорѣла, однако, ударивъ по нему молотомъ, мы убѣдимся, что оно не куется, а крошится. Слѣдовательно, это уже

*) Сѣры слѣдуетъ взять по вѣсу такое же количество, какъ желѣзныхъ опилокъ.

не металлическое желѣзо. Но это также и не сѣра: наше вещество не будетъ горѣть на огнѣ, а сѣра горѣла бы. Очевидно, подобно тому, какъ уголь при нагрѣваніи въ

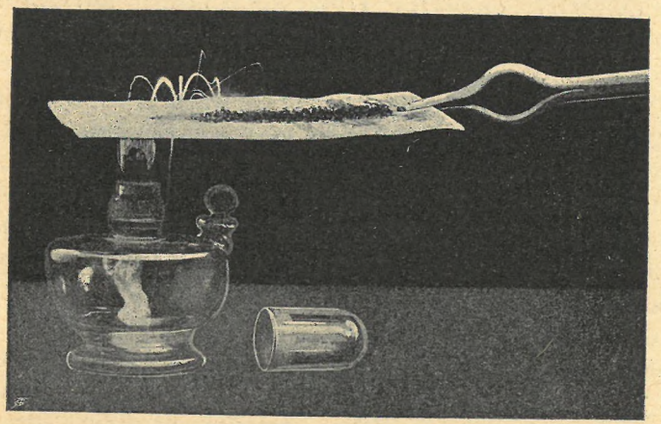


Рис. 102.—Соединеніе желѣза съ сѣрою. (По фотографіи).

воздухѣ горитъ, химически соединяясь съ кислородомъ, такъ въ нашемъ опытѣ желѣзо химически соединилось съ сѣрою; мы получили новое вещество, называемое „сѣрнистымъ желѣзомъ“.

Какъ желѣзо, такъ и многіе другіе металлы легко соединяются съ сѣрою. Поэтому сѣрнистыя соединенія металловъ часто встрѣчаются въ природѣ. Нѣкоторыя изъ нихъ представляютъ важныя руды. Есть сѣрнистыя руды мѣди, свинца, цинка, ртути и нѣкоторыхъ другихъ металловъ.

Эти природныя сѣрнистыя соединенія обыкновенно обладаютъ настоящимъ металлическимъ блескомъ. Очень часто, кромѣ того, они образуютъ крупные, очень красивые кристаллы. По внѣшнему виду они нерѣдко вполнѣ напоминаютъ чистый металлъ, но сразу отличаются отъ него своею хрупкостью. Нѣкоторыя изъ нихъ за свой блескъ получили и названіе „блесковъ“: мѣдный блескъ, свинцовый блескъ, серебряный блескъ и т. д. Другія сѣрнистыя соединенія называются колчеданами, напримѣръ, мѣдный колчеданъ, никкелевый колчеданъ, желѣзный колчеданъ.

§ 4. Добываніе металловъ изъ рудъ.

Добываніе металловъ изъ рудъ ведется различными способами, смотря по тому, изъ какой руды и какой металлъ желаютъ добыть. При добываніи металловъ изъ кислородныхъ рудъ, т. е. изъ такихъ, которыя состоятъ изъ окисловъ металловъ, пользуются съ самыхъ древнихъ временъ раскаленнымъ углемъ. Руду смѣшиваютъ съ углемъ, затѣмъ разжигаютъ его и поддерживаютъ его горѣніе вдуваніемъ воздуха. Раскаленный уголь обладаетъ способностью очень жадно соединяться съ кислородомъ; онъ отнимаетъ кислородъ даже отъ такихъ металловъ, какъ натрій. Соединяясь съ углемъ, кислородъ уходитъ изъ руды въ воздухъ въ видѣ углекислаго газа, а чистый металлъ остается.

Добыча металла изъ сѣрнистыхъ рудъ — сложнѣе. Такія руды сначала нагрѣваютъ, или, какъ говорится, „обжигаютъ“ — для того, чтобы выжечь изъ нихъ часть сѣры. При этомъ, однако, чистаго металла не получается, потому что металлъ, освобождаясь отъ сѣры, соединяется съ кислородомъ воздуха и превращается въ окиселъ. Не допускать воздуха къ обжигаемой рудѣ нельзя, потому что иначе не будетъ выгорать изъ нея сѣра. Такимъ образомъ, послѣ обжиганія получается смѣсь сѣрнистаго металла съ окисломъ его. Если теперь такую смѣсь прокаливать безъ доступа воздуха, то сѣра будетъ горѣть уже на счетъ кислорода самого окиса, т. е., иными словами, сѣра еще оставшагося послѣ обжиганія сѣрнистаго металла будетъ соединяться съ кислородомъ, образовавшагося при обжиганіи окисла. Происходящее соединеніе сѣры съ кислородомъ, или окиселъ сѣры, представляетъ газъ, который называется „сѣрнистымъ газомъ“, и этотъ сѣрнистый газъ будетъ уходить теперь изъ руды кверху, а чистый расплавленный металлъ — стекать книзу.

Сѣрнистый газъ образуется каждый разъ при горѣніи сѣры на воздухѣ. Вы его можете узнать по рѣзкому непріятному запаху, сильно раздражающему горло.

§ 5. Желѣзныя руды.

Изъ всѣхъ металловъ. конечно, самымъ важнымъ для людей надо считать желѣзо. О богатствѣ и силѣ

страны можно судить по количеству желѣза, которое ежегодно тратится жителями этой страны.

Изъ полезныхъ металловъ желѣзо относится къ самымъ распространеннымъ. Желѣзныя руды встрѣчаются во всѣхъ странахъ, а небольшія примѣси желѣза есть въ каждой горной породѣ.

Часто отъ нихъ зависитъ цвѣтъ горной породы: напримѣръ, желтый цвѣтъ песка, бурый или красный цвѣтъ глины, цвѣтъ полевого шпата въ нѣкоторыхъ гранитахъ и т. п.

Рис. 103.—Бурый желѣзнякъ.

Изъ рудъ желѣза самыя важныя – кислородныя руды. Эти руды называются желѣзняками (магнитный желѣзнякъ, красный желѣзнякъ, бурый желѣзнякъ).

Особенно часто встрѣчается бурый желѣзнякъ (рис. 103), который при измельченіи превращается въ ржавый порошокъ, употребляемый какъ краска (охра). Бурый желѣзнякъ можно было бы назвать „природной ржавчиной“. Гдѣ есть желѣзо, вода и кислородъ, тамъ появляется и бурый желѣзнякъ, „природная ржавчина“. Напри-

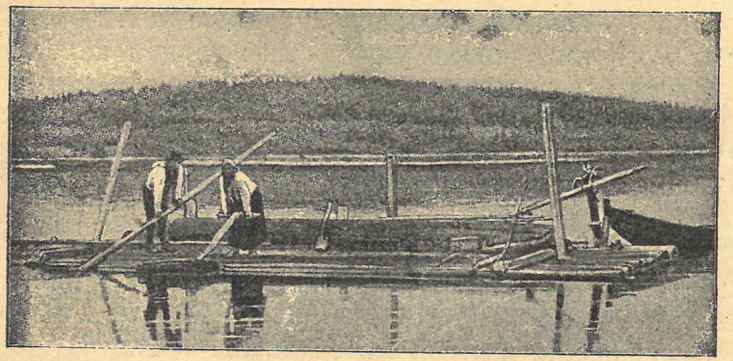


Рис. 104.—Добыча озерной руды въ Финляндіи.

мѣръ, бурый желѣзнякъ постоянно образуется на сѣверѣ Россіи на днѣ болотъ и озеръ; онъ покрываетъ ихъ мало по-малу слоемъ ржавчины, состоящимъ изъ зеренъ, въ видѣ горошинъ или лепешечекъ. Этотъ слой руды или ржавчины называется болотною (озерною) рудою, или—за форму своихъ зеренъ—также горохового и бобовою рудою (рис. 104).

§ 6. Желѣзо и сталь.

Самая важная особенность желѣза состоитъ въ томъ, что оно можетъ соединяться съ углеродомъ и тогда рѣзко измѣняетъ свои свойства.

Чистое желѣзо мягко, ковко и очень тягуче. Кромѣ того, оно отлично, какъ говорится, сваривается, т. е. куски его, раскаленные до-бѣла, хорошо спаиваются другъ съ другомъ подъ ударами молота. Но такое желѣзо очень трудно плавится; для этого нуженъ жаръ не менѣе 1500°. Въ обыкновенныхъ печахъ достигнуть такого жара нельзя.

При соединеніи съ углеродомъ желѣзо прежде всего пріобрѣтаетъ замѣчательное свойство закаляться,—свойство, котораго чистое желѣзо не имѣетъ. Оно состоитъ въ томъ, что при быстромъ охлажденіи раскаленнаго желѣза оно становится очень твердымъ. Если углерода въ желѣзѣ не много, то такое желѣзо отличается, кромѣ того, своею упругостью: тонкая полоса, приготовленная изъ него, гнется, но не сгибается, а снова распрямляется, какъ пружина. Въ то же время такое желѣзо не теряетъ своей способности коваться и свариваться. Такое твердое, упругое, способное коваться и закаляться желѣзо называется сталью. Изъ стали дѣлаютъ множество различныхъ вещей, какъ, напримѣръ, пружины, всевозможные рѣжущіе инструменты и пр.

Превращеніе желѣза въ сталь происходитъ при продолжительномъ раскаливаніи его вмѣстѣ съ углемъ. Если при обработкѣ руды во-время не прекратить накаливанія съ углемъ, то вмѣсто желѣза мы получимъ сталь.

Сталь отличается отъ желѣза еще тѣмъ, что она легче плавится.

Раньше, когда еще не было крупныхъ заводовъ, каждый кузнецъ самъ обрабатывалъ для себя руду и самъ въ своей кузницѣ на простомъ горнѣ добывалъ изъ руды желѣзо и сталь. Обыкновенный кузнечный горнъ представляетъ открытую печь, въ которой раскаляютъ передъ ковкой желѣзо и въ которой горячій уголь раздувается большими мѣхами.

§ 7. Чугунъ.

Уже болѣе тысячи лѣтъ тому назадъ, благодаря все увеличивающейся надобности въ желѣзѣ, вмѣсто маленькихъ горновъ для добыванія изъ руды желѣза стали строить высокія глиняныя, т. наз. шахтенныя печи. Въ нихъ лучше держался жаръ и поэтому меньше тратилось угля,—желѣза же выходило больше.

Съ увеличеніемъ печей получали все болѣе и болѣе сильный жаръ; вмѣстѣ съ тѣмъ удлинялась и сама работа, такъ какъ, чѣмъ больше была печь, тѣмъ больше насыпали въ нее руды, а чѣмъ больше бралось руды, тѣмъ больше, разумѣется, надо было времени для ея обработки. Это привело къ весьма важному открытію, а именно, что желѣзо и сталь при долгомъ соприкосновеніи съ раскаленнымъ углемъ превращаются въ чугунъ.

Чугунъ—это желѣзо, въ которомъ находится углерода еще больше, чѣмъ въ стали.

Чугунъ напоминаетъ сталь своею твердостью, но отличается, какъ отъ нея, такъ и отъ желѣза тѣмъ, что онъ хрупокъ и совсѣмъ не куется; зато онъ гораздо легче плавится. Когда въ первый разъ получили чугунъ то были очень удивлены тѣмъ, что въ печи, вмѣсто обычной тѣстообразной массы желѣза, оказался совершенно жидкій, расплавленный металлъ. Его приняли сначала за сталь, но при первыхъ же попыткахъ его ковать увидѣли, что это не сталь и не желѣзо: металлъ не ковался, а разбивался отъ ударовъ молота въ куски. Тогда воспользовались тѣмъ, что онъ легко плавится, и стали отливать изъ него различныя вещи. Вскорѣ, однако, нашли, что чугунъ можно снова превращать въ

сталь, расплавляя его и продувая въ него воздухъ; при этомъ продуваніи уголь изъ чугуна выгораетъ, и онъ

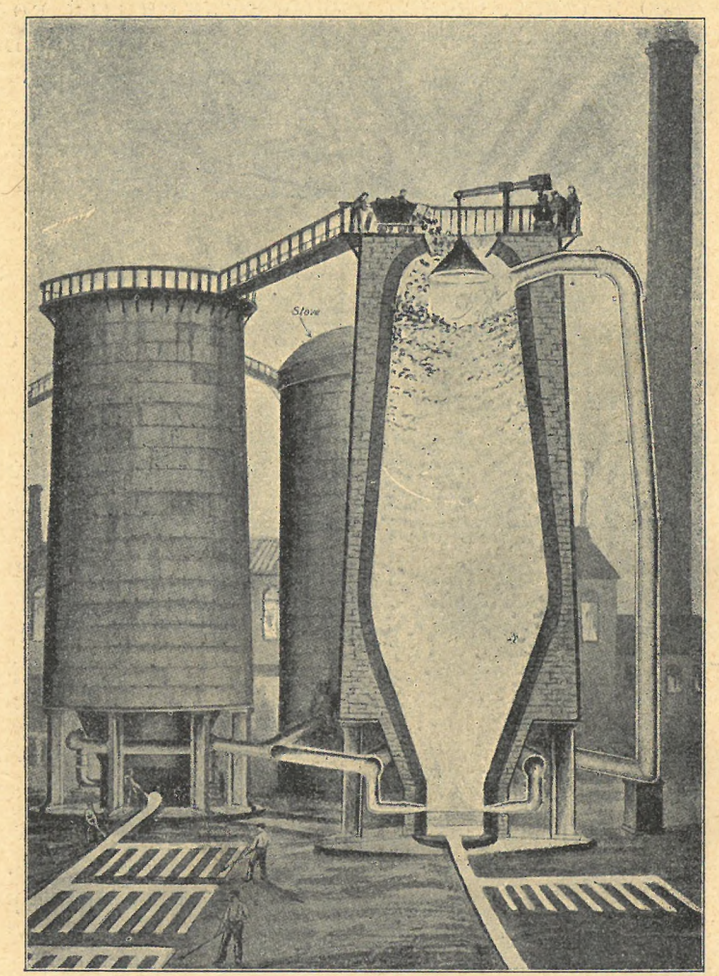


Рис. 105.—Доменныя печи для выплавки чугуна. Правая—въ разрѣзѣ; изъ лѣвой—выпускаютъ чугунъ.

снова превращается въ сталь (рис. 106) и даже въ желѣзо. Съ тѣхъ поръ мало-по-малу перестали получать изъ руды прямо желѣзо или сталь, а стали выплавлять изъ нея

чугунъ (рис. 105), и уже изъ него добывать желѣзо и сталь.

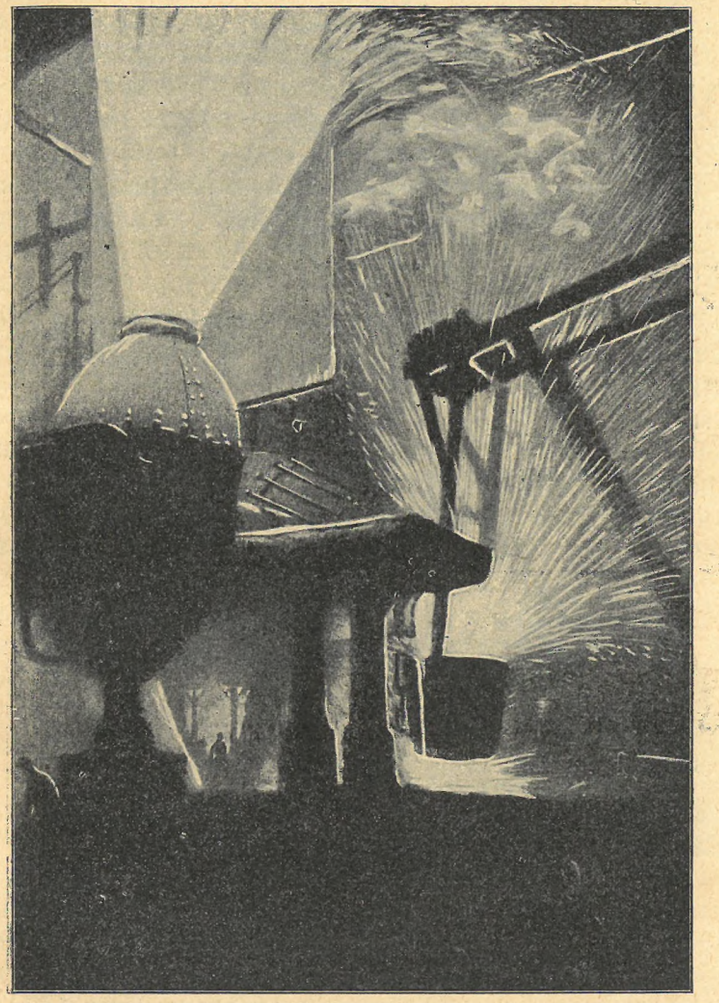


Рис. 106.—На сталелитейномъ заводѣ.—Изъ расплавленнаго чугуна въ особыхъ громадныхъ сосудахъ (ретортахъ) выгораетъ часть углерода, и чугунъ превращается въ сталь. Изъ перевернутаго задняго сосуда расплавленная сталь выливается въ подведенный чанъ.

Это оказалось дешевле и удобнѣе.

§ 8. Мѣдь.

По своему значенію для людей мѣдь занимаетъ послѣ желѣза второе мѣсто. Чистая металлическая мѣдь

имѣетъ очень красивый свѣтло-кирпично-красный цвѣтъ. Она тяжелѣе желѣза, гораздо мягче его, болѣе ковка и легче плавится. Изъ мѣди, какъ и изъ золота, можно выковать такой тонкій листикъ, что черезъ него будетъ проходить свѣтъ; при этомъ листикъ будетъ просвѣчивать зеленоватымъ цвѣтомъ. Ковать мѣдь можно и безъ нагрѣванія ея.

Въ природѣ нерѣдко попадается самородная мѣдь —то въ видѣ красивыхъ кристалловъ, то въ видѣ сплошныхъ кусковъ, называемыхъ вообще „самородками“. Самородки мѣди иногда бываютъ громадной величины.

Большая часть мѣди, однако, выплавляется изъ ея рудъ и въ особенности изъ ея сѣрнистыхъ рудъ, изъ т. наз. мѣднаго колчедана. Мѣдный колчеданъ представляетъ минералъ золотисто-желтоватаго цвѣта, имѣющій металлическій блескъ. Примѣрно на одну треть онъ состоитъ изъ мѣди, на одну треть изъ желѣза и на одну треть изъ сѣры. Толстые слои и жилы мѣднаго колчедана встрѣчаются внутри различныхъ горныхъ породъ. Можно думать, что изъ мѣднаго колчедана произошла большая часть другихъ мѣдныхъ рудъ, напримѣръ, мѣдный блескъ, а также красивый зеленый малахитъ.

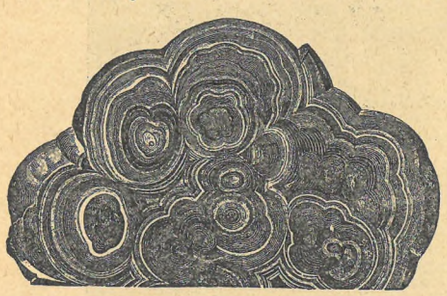


Рис. 107.—Малахитъ.

Малахитъ—это углекислая мѣдная руда, представляющая минералъ, нисколько не похожій на металлъ. Оттѣнки зеленаго цвѣта у малахита могутъ быть очень различны: отъ свѣтлаго до самаго темнаго, почти чернаго. Смѣна ихъ въ видѣ слоевъ, полосъ и жилокъ придаетъ шлифованному малахиту (рис. 107) часто очень красивый видъ, и за свою красоту малахитъ идетъ на различныя каменныя издѣлія и украшенія (прессъ-папье, вазы, шкатулки и т. п.). Красивѣйшій малахитъ встрѣчается на Уралѣ, но большіе куски его попадаются рѣдко.

Старинные мѣдные предметы, долго лежавшіе въ землѣ или въ сыромъ мѣстѣ, какъ, напримѣръ, оружіе, мѣдные доспѣхи, монеты и проч., очень часто бываютъ покрыты зеленымъ налетомъ, зеленою корочкою. Такой налетъ состоитъ изъ малахита: металлическая мѣдь во

влажномъ воздухѣ мало-по-малу окисляется и затѣмъ соединяется съ углекислымъ газомъ воздуха, превращаясь въ углекислую мѣдь.

Изъ своихъ рудъ, особенно изъ кислородныхъ (красная и черная мѣдная руда),—мѣдь выплавляется легче, чѣмъ желѣзо.

Въ чистомъ видѣ мѣдь рѣдко употребляется, такъ какъ она слишкомъ мягка и, кромѣ того, во влажномъ воздухѣ легко окисляется, при чемъ теряетъ свой красивый блескъ. Окислы мѣди дѣлаютъ поверхность ея темною и тусклою. Изъ чистой мѣди изготовляютъ, напр., кухонную посуду. Такъ какъ химическія соединенія мѣди ядовиты, а такія соединенія легко получаются при варкѣ пищи въ мѣдной посудѣ, то мѣдную посуду всегда лудятъ, т. е., иначе говоря, изнутри покрываютъ оловомъ. Кромѣ посуды, чистая мѣдь идетъ на изготовленіе мѣдной монеты и въ особенности на отливку большихъ мѣдныхъ листовъ, изъ которыхъ дѣлаютъ стѣнки котловъ и ваннъ, различныя части машинъ и т. п. вещи.

Гораздо чаще употребляется мѣдь въ видѣ различныхъ сплавовъ. Сплавъ мѣди съ цинкомъ называется латунью или желтой мѣдью; онъ легче плавится и потому очень хорошо отливается въ формы. Еще лучше льется другой сплавъ, болѣе дорогой, а именно, мѣди съ оловомъ, который называется бронзой. Смотря по тому, сколько въ бронзѣ находится олова, цвѣтъ ея можетъ измѣняться отъ темно-желтаго до свѣтло-зеленовато-желтаго. Бронза, въ которой—одна пятая часть олова, утотребляется на отливку колоколовъ и называется колокольнымъ металломъ. При прибавленіи къ латуни большаго или меньшаго количества металла никкеля получаются бѣлые сплавы, похожіе по цвѣту на серебро. (Примѣромъ можетъ служить мельхіоръ). Изъ нихъ дѣлаютъ различныя вещи, замѣняющія собой болѣе дорогія серебряныя (чайныя и столовыя ложки, ручки ножей и вилокъ, чашки, чайники, кувшины, вазы и проч.).

§ 9. Свинецъ и олово.

Свинецъ—очень мягкій металлъ: чистый свинецъ легко можно рѣзать ножемъ и даже ногтемъ. Онъ чер-

титъ бумагу, какъ графитъ. Свѣжій срѣзъ свинца имѣетъ сильный синевато-сѣрый блескъ, но этотъ блескъ скоро исчезаетъ, потому что свинецъ легко окисляется, и тогда онъ тускнѣетъ.

Въ природѣ металлическій свинецъ не встрѣчается, но зато очень часто попадается его сѣрнистая руда, такъ называемый свинцовый блескъ, очень красивый минералъ, блестящій, какъ полированный сѣрый металлъ. Свинцовый блескъ сразу можно узнать по блеску и по его тяжести, потому что самъ свинецъ очень тяжелый металлъ; онъ тяжелѣе серебра и только немногимъ легче ртути. Вслѣдствіе большого вѣса, его употребляютъ для отливки пуль и дроби.

Изъ свинца дѣлаютъ газопроводныя и водопроводныя трубы, ящики, листы для покрытія половъ, а также тонкую бумагу (свинцовая бумага) для обертыванія нѣкоторыхъ предметовъ, напримѣръ, чая. Разныя химическія соединенія свинца ядовиты, и поэтому обертывать въ свинцовую бумагу съѣстные продукты нельзя, точно такъ же нельзя дѣлать изъ него посуду для пищи.

Олово сразу отличается отъ свинца своимъ цвѣтомъ. Цвѣтъ его серебристо-бѣлый, напоминающій серебро. Кромѣ того, олово не окисляется на воздухѣ и сохраняетъ свой блескъ. Оно плавится легче, чѣмъ свинецъ, а еще легче плавятся его сплавы со свинцомъ, напримѣръ, сплавъ, употребляющійся при паяніи металловъ (т. наз. „припой“).

Единственная руда, изъ которой добывается олово,— это окиселъ олова. Она называется оловянным камнемъ. Такъ какъ оловянный камень встрѣчается въ природѣ не часто, то олово представляетъ довольно рѣдкій и дорогой металлъ и поэтому примѣняется рѣже свинца и цинка. Оно, главнымъ образомъ, идетъ на сплавы съ мѣдью (для полученія бронзы), а также съ другими металлами. Изъ него готовятъ также тонкіе листы, т. наз. оловянную бумагу, которая, въ отличіе отъ свинцовой, безвредна. Если совершенно чистый желѣзный листъ погрузить въ расплавленное олово, то олово пристаетъ къ желѣзу, и получается такъ называемая жесть, или бѣлое желѣзо. Жесть есть желѣзо, покрытое оловомъ.

Изъ жести, какъ извѣстно, дѣлаютъ всевозможную посуду, коробки („жестянки“) и многія другія вещи.

§ 10. Цинкъ.

Цинкъ представляетъ мягкій, слабо блестящій металлъ сѣраго или синевато-бѣлаго цвѣта. По виду онъ напоминаетъ свинецъ, уже потускнѣвшій на воздухѣ. Какъ было выше говорено, сплавъ цинка съ мѣдью даетъ латунь. Латунь добывалась уже въ глубокой древности; она получалась при выплавкѣ мѣди изъ мѣдныхъ рудъ, смѣшанныхъ съ одною цинковою рудою, галмеемъ. Такимъ путемъ древніе римляне готовили „желтую“ мѣдь и не подозрѣвали, что здѣсь къ мѣди примѣшивался особый металлъ. Они думали, что латунь есть та же мѣдь, только „окрашенная“ въ желтый цвѣтъ галмеемъ.

Чистый металлическій цинкъ сталъ извѣстенъ людямъ всего около трехсотъ лѣтъ тому назадъ, т. е. гораздо позднѣе, чѣмъ другіе мягкіе металлы, олово и свинецъ. Это объясняется тѣмъ, что расплавленный цинкъ, въ отличіе отъ свинца и олова, при сильномъ нагрѣваніи легко превращается въ пары и сгораетъ въ окись цинка. Можно убѣдиться въ горючести цинка, бросивши нѣсколько кусочковъ его въ только что вытопившуюся печь на раскаленные угли. Если раздувать угли, то цинкъ скоро загорается и горитъ очень красивымъ яркимъ голубымъ пламенемъ; густой бѣлый дымъ, поднимающійся надъ пламенемъ, состоитъ изъ окиси цинка.

Такимъ образомъ, каждый разъ при накаливаніи цинковой руды съ углемъ прямо на воздухѣ, вмѣсто металлическаго цинка получался бѣлый налетъ его окиси. Поэтому цинковая руда, изъ которой пробовали добыть металлъ, была названа „обманкой“. Эта цинковая обманка очень обыкновенна въ природѣ; она бываетъ разнаго, чаще всего бураго цвѣта и представляетъ соединеніе цинка съ сѣрою. Цинковую обманку находили вмѣстѣ со свинцовыми рудами; по тяжести ея уже очень давно подозрѣвали, что это руда, но только не умѣли добыть изъ нея металла. Въ настоящее время цинковую руду накаливаютъ съ углемъ безъ доступа воз-

духа; тогда пары цинка не могутъ горѣть, и при охлажденіи изъ нихъ получается чистый металлъ.

Цинкъ плавится труднѣе свинца. На воздухѣ онъ не измѣняется, какъ свинецъ, а такъ какъ онъ въ то же время стóитъ гораздо дешевле, чѣмъ олово, то употребленіе его очень разнообразно. Пользуясь мягкостью и ковкостью цинка, его раскатываютъ въ большіе листы, изъ которыхъ дѣлаютъ, какъ изъ жести, разныя вещи. Цинкомъ покрываютъ также желѣзные листы, и такое „оцинкованное“ желѣзо, не боящееся ржавчины, идетъ на крыши домовъ

§ 11. Благородные металлы: ртуть, серебро и золото.

а) Ртуть.

Къ благороднымъ металламъ, какъ уже упоминалось, относятъ, кромѣ золота, платины и серебра, еще ртуть. Ртуть представляетъ единственный жидкій металлъ при обычныхъ условіяхъ. Она становится твердою („замерзаетъ“) лишь при холодѣ около 40° по термометру Цельзія. Тогда она дѣлается такою ковкою, какъ многіе другіе металлы. Ее можно кипятить и испарять, какъ воду; но и безъ нагрѣванія, хотя и медленно, ртуть испаряется. Такимъ образомъ, пары ртути могутъ носиться въ обыкновенномъ воздухѣ. Эти пары очень ядовиты. На заводахъ, на которыхъ добывается ртуть, принимаются всякія предосторожности противъ отравленія парами ртути. Различныя химическія соединенія ртути тоже ядовиты.

Капельки ртути, выпущенныя на блюдце, на тарелку или прямо на столъ—чрезвычайно подвижны; за это нѣмцы называютъ ртуть „живымъ серебромъ“. Подвижность эта зависитъ отъ того, что ртуть нисколько не прилипаетъ къ дереву или стеклу, и поэтому ея красивыя капельки, представляющія тяжелые мелкіе шарики, быстро катятся при каждомъ, самомъ легкомъ движеніи блюдца или стола. Наоборотъ, къ поверхности металловъ ртуть пристаетъ очень хорошо.

Большая часть металловъ можетъ растворяться въ ртути. Такіе растворы металловъ въ ртути называются сортучками или амальгамами. При нагрѣваніи амальгамы ртуть перегоняется, а металлъ, бывшій въ ней въ растворѣ,

остается. Этимъ свойствомъ ртути пользуются для различныхъ цѣлей,—напримѣръ, для того, чтобы отобрать мельчайшія крупинки золота отъ минераловъ, среди которыхъ онѣ встрѣчаются: золото тонетъ въ ртути и растворяется въ ней, а все прочее остается, какъ болѣе легкое, на поверхности ртути и въ ней не растворяется; затѣмъ ртуть испаряютъ и получаютъ чистое золото. Посредствомъ амальгамъ можно также серебрить или золотить разныя вещи, покрывая ихъ сначала слоемъ серебряной или золотой амальгамы, а потомъ удаляя нагрѣваніемъ съ нихъ ртуть; серебро или золото остается тогда на поверхности вещи. Этотъ способъ серебренія и золоченія раньше примѣнялся довольно часто. Амальгамою олова покрываютъ стекла для приготовленія обыкновенныхъ зеркалъ.

Добывается ртуть изъ киновари, а киноварь, которая употребляется, какъ очень прочная красная краска, представляетъ сѣрнистую ртутную руду. Нерѣдко внутри этой руды заключается и самородная ртуть въ видѣ мелкихъ капелекъ.

б) Серебро и золото.

Серебро, какъ и ртуть, встрѣчается въ природѣ въ самородномъ видѣ рѣдко, а обыкновенно въ соединеніи съ сѣрою въ видѣ примѣси къ свинцовому блеску. Рѣже попадается и чистое сѣрнистое серебро, т. наз. серебряный блескъ, очень мягкій и ковкій минералъ свинцово-сѣраго цвѣта.

Какъ извѣстно, серебро идетъ, главнымъ образомъ, на изготовленіе монеты, но если бы оно не стоило такъ дорого, то примѣненіе его было бы гораздо шире. Оно отличается большимъ постоянствомъ, отлично сохраняется на воздухѣ, хорошо куется, плющится въ тонкіе листы, вытягивается въ тончайшую проволоку, прекрасно полируется, легко даетъ сплавы,—поэтому имъ съ успѣхомъ можно было бы пользоваться для самыхъ различныхъ цѣлей.

То же самое можно было бы сказать и о золотѣ, которое, хотя и мягче серебра, но зато еще болѣе постоянно. Золото и платина—самые постоянные изъ благородныхъ металловъ.

Золото находятъ внутри различныхъ горныхъ породъ въ видѣ небольшихъ металлическихъ зеренъ. При разру-

шеніи горныхъ породъ золотыя зерна уносятся быстрыми горными рѣчками и переносятся вмѣстѣ со щебнемъ и пескомъ въ рѣчныя долины. Тамъ они осѣдаютъ снова и ихъ находятъ теперь въ рѣчныхъ наносахъ по долинамъ многихъ рѣкъ, текущихъ съ горъ.

Наносы, въ которыхъ встрѣчается золото, называются золотыми розсыпями, а мѣсто, гдѣ оно добывается,—пріискомъ. Золотыхъ розсыпей много въ Австраліи, въ Сѣверной Америкѣ и въ Сибири. Почти все русское золото идетъ изъ Сибири.

При добычѣ изъ розсыпей золота розсыпи промываются водою въ особыхъ приборахъ, называемыхъ золотопромывательными машинами. При промываніи болѣе легкіе песокъ и глина уносятся водой, а болѣе тяжелыя золотыя зерна вмѣстѣ съ зернами нѣкоторыхъ другихъ тяжелыхъ минераловъ остаются. Изъ этой смѣси отдѣлить золото уже не трудно посредствомъ ртути.

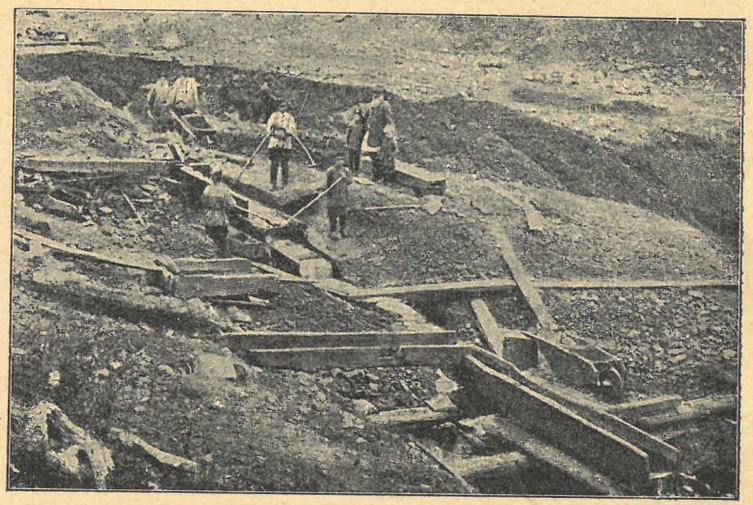


Рис. 108.—На пріискѣ. Промывка золота.

Мелкія золотыя зерна называются золотымъ пескомъ, болѣе крупные куски золота, находимые въ природѣ,—самородками.

---

1. Какими свойствами отличаются металлы? Приведите примѣры металловъ. Въ какомъ видѣ металлы встрѣчаются въ природѣ?

2. Приведите примѣры окисленія металловъ.
3. Приведите примѣры природныхъ сѣрнистыхъ соединеній металловъ.
4. Какъ добываютъ металлы изъ рудъ?
5. Приведите примѣры рудъ желѣза.
6. Почему клинки сабель выковываются изъ стали, а косы дѣлаются изъ желѣза? Чѣмъ сталь отличается отъ желѣза?
7. Что такое чугунъ? Почему рельсы не отливаютъ изъ чугуна?
8. Въ какомъ видѣ мѣдь встрѣчается въ природѣ? Почему мѣдная монета тускнѣетъ скорѣе серебряной? Зачѣмъ лудятъ мѣдную посуду?
9. Почему въ природѣ не встрѣчается самороднаго свинца? Что за минералъ „свинцовый блескъ“? Какія свойства свинца вамъ извѣстны? На что свинецъ идетъ?
10. Чѣмъ цинкъ отличается отъ свинца и олова? Почему одна изъ цинковыхъ рудъ названа цинковою „обманкою“? На что употребляется цинкъ?
11. Какіе металлы называются благородными? За что они получили такое названіе? Назовите руды ртути и серебра? Чѣмъ ртуть отличается отъ всѣхъ другихъ извѣстныхъ вамъ металловъ? Для чего употребляется ртуть? Какъ изъ золотыхъ розсыпей добываютъ золото?

III. Измѣненіе земной коры подъ вліяніемъ воздуха, воды, вулканическихъ силъ, растеній и животныхъ.

§ 1. Разрушеніе горныхъ породъ вслѣдствіе измѣненій температуры.

Если мы сильно нагрѣемъ кусокъ гранита, а затѣмъ обольемъ его холодной водой, то онъ потрескается, а можетъ быть и развалится на болѣе мелкіе куски*). Почему?.... Мы уже знаемъ, что тѣла отъ нагрѣванія расширяются, а отъ охлажденія сжимаются. Но расширеніе и сжатіе отъ измѣненій температуры не у всѣхъ тѣлъ одинаково. Гранитъ состоитъ изъ различныхъ минераловъ, и каждый минералъ можетъ расширяться по своему. Поэтому, если быстро нагрѣвать такую горную породу или быстро охлаждать, то расширеніе и сжатіе однихъ минераловъ не совпадаетъ съ расширеніемъ и сжатіемъ другихъ, и въ породѣ появляются трещины.

Подобное явленіе постоянно происходитъ въ природѣ. Открытая поверхность различныхъ горныхъ породъ отъ перемѣнъ температуры, отъ быстраго нагрѣванія днемъ солнечными лучами и отъ охлажденія ночью, легко даетъ трещины. Какъ бы ни были малы онѣ, но въ нихъ

*) Этотъ опытъ хорошо удается съ грубозернистымъ гранитомъ.

можетъ теперь проникать вода. Замерзая внутри трещинъ камня, вода распираетъ ихъ (см. „Вода“ IV, § 2); трещины становятся мало-помалу шире, и отъ сплошной горной породы откалываются куски или отдѣльные камни, которые скатываются по склонамъ горъ книзу.

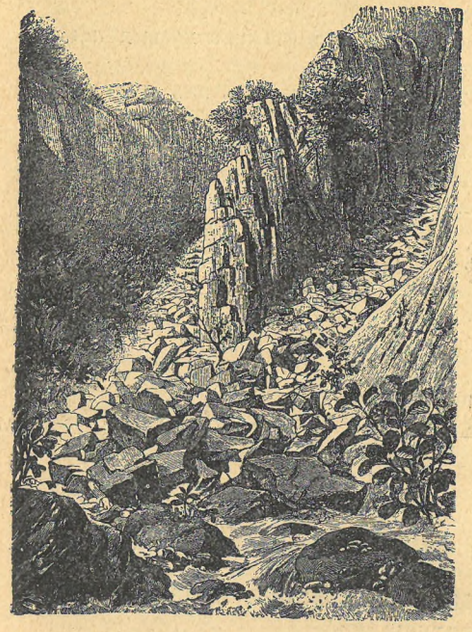


Рис. 109.—Каменная розсыпь.

Чѣмъ больше въ горной породѣ трещинъ и скважинъ, по которымъ сверху можетъ просачиваться вода, тѣмъ быстрѣе идетъ ея разрушеніе. Склоны горъ, сложенныхъ изъ такой горной породы, бываютъ далеко покрыты щебнемъ, мелкими и крупными обломками камней съ острыми, не окатанными водой углами. Такія мѣста называются каменными розсыпями (рис. 109).

§ 2. Размываніе горныхъ породъ.

Трещины въ горныхъ породахъ могутъ появляться не только отъ быстрыхъ перемѣнъ температуры, но и отъ нѣкоторыхъ другихъ причинъ. Во всякомъ случаѣ эти трещины ведутъ къ разрушенію горной породы на мелкіе куски или камни. Одновременно съ этимъ надъ разрушеніемъ горныхъ породъ работаетъ вода и атмосфера. Знакомясь съ измѣненіями гранита, съ происхожденіемъ глины, песка и песчаниковъ, мы могли видѣть эту работу (см. „Земля“ I, § 5). Это—работа химическая.

Кромѣ того, вода, двигающаяся по землѣ, производитъ работу механическую, постоянно размывая различныя горныя породы, даже самыя твердыя. Если капля за каплей постоянно падаютъ съ высоты на одно мѣсто, то, хотя бы то былъ твердый камень, онѣ мало-по-малу продолбятъ въ немъ глубокую ямку. Такіе камни

съ ямками можно подчасъ видѣть подъ крышами старыхъ

Рис. 110.—Горная рѣка.

домовъ, съ которыхъ многіе годы падали водяныя капли внизъ.

Размываніе твердыхъ горныхъ породъ особенно бросается въ глаза въ горахъ, гдѣ въ глубокихъ ущельяхъ бѣгутъ быстыя горныя рѣчки (рис. 110).

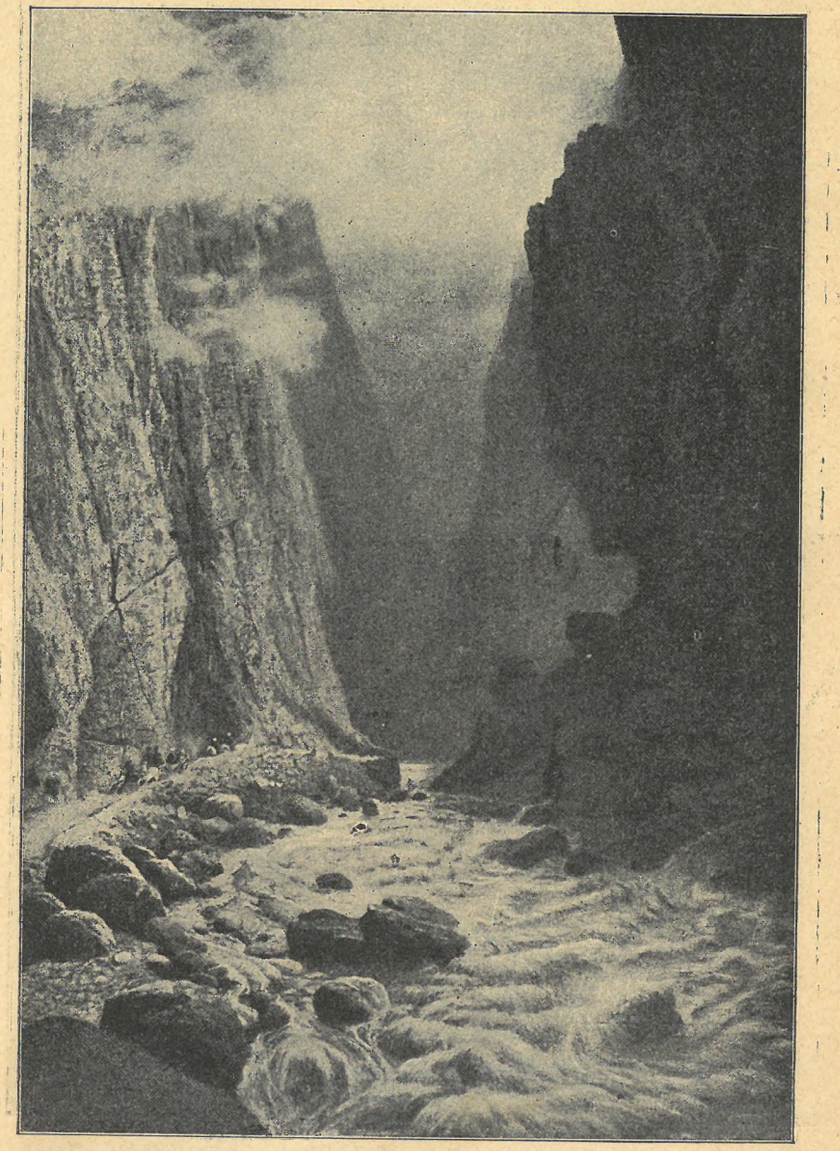


Рис. 111.—Ущелье на Кавказѣ, промытое водою.

Въ такія ущелья постоянно обрываются камни сверху. Какъ только они попадутъ въ рѣку, горная рѣка

начинаетъ свою неутомимую работу. Она перекатываетъ эти камни съ мѣста на мѣсто, третъ ихъ одинъ о другой, и мало-по-малу стираетъ всѣ неровности ихъ поверхности и превращаетъ ихъ въ круглую окатанную г а л ь к у.

Въ жаркое время года, когда снѣгъ и ледъ въ горахъ таютъ быстрѣе, или послѣ дождей, вода въ горныхъ рѣчкахъ быстро прибываетъ. Маленькіе ручьи превращаются тогда въ грозные потоки. Въ такое время вода въ рѣкѣ становится совсѣмъ мутною. Эта муть произошла отъ перетиранія камней другъ о друга. По ней можно судить теперь о работѣ рѣки. Весь камень, который когда-то занималъ ущелья въ горахъ, былъ вынесенъ изъ нихъ рѣкою въ видѣ такой мути (рис. 111).

Въ мѣстностяхъ не гористыхъ о размываніи горныхъ породъ водою можно судить по оврагамъ. То тамъ, то

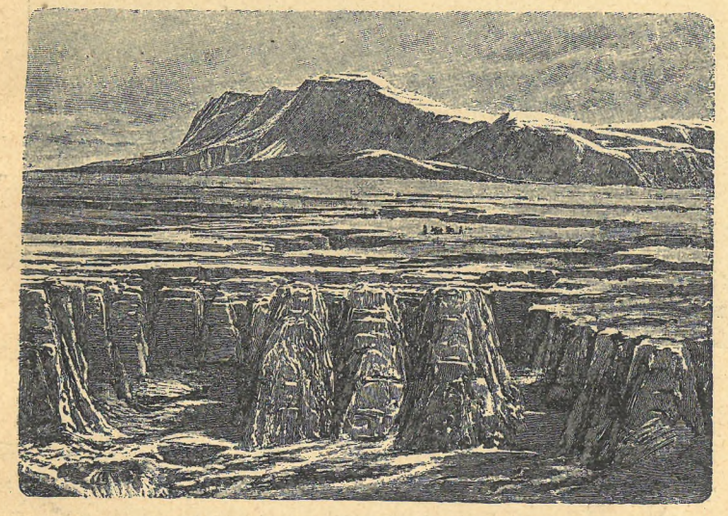


Рис. 112.—Размываніе земли водою.

здѣсь послѣ сильныхъ дождей или весною во время таянія снѣга—вода промываетъ сначала небольшія канавки. Если мѣстность, гдѣ образуются такія канавки имѣетъ небольшой скатъ и если она покрыта рыхлою горною породою, то при каждомъ дождѣ—такія канавки становятся глубже, длиннѣе и шире. Въ нихъ теперь можетъ больше собраться воды, а поэтому и размываніе происходитъ быстрѣе.

Черезъ нѣсколько лѣтъ—изъ канавки вырастаетъ настоящій оврагъ. На югѣ Россіи много мѣстъ, сплошь изрытыхъ такими глубокими оврагами.

Подобно рѣкамъ и ручьямъ постоянно размываетъ сушу своими волнами также и море.

§ 3. Рѣчные наносы.

Когда горная рѣка спустится внизъ и плавно побѣжитъ по равнинѣ, она мало-по-малу оставляетъ ту каменную муть, которую унесла ея вода съ горъ. Муть садится на дно рѣки и вода ея свѣтлѣетъ. Такимъ образомъ, текущая по землѣ вода все, что она вымываетъ въ одномъ мѣстѣ, отлагаетъ въ другомъ. Она какъ бы стремится сгладить поверхность земли: размыть горы и заполнить своими отложеніями долины (рис. 113).

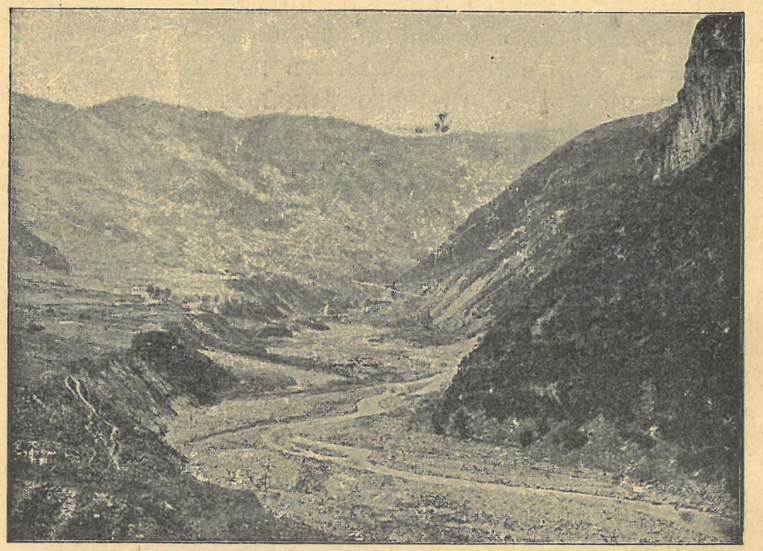


Рис. 113.—Долина р. Арагвы на Кавказѣ.

Минеральный матеріалъ, отлагаемый рѣками, называется рѣчнымъ наносомъ. Всѣ старыя рѣчныя долины покрыты рѣчными насосами.

Рѣчные наносы растутъ особенно быстро въ устьяхъ рѣкъ. Изъ такихъ наносовъ въ устьяхъ рѣкъ выростаютъ острова. Рѣка разбивается на нѣсколько мелкихъ протоковъ или рукавовъ, протекающихъ между островами. Напримѣръ, въ устьяхъ Невы, на рѣчномъ наносѣ которой построенъ Петербургъ, десять большихъ подобныхъ острововъ (р. 114). Всѣ эти острова вмѣстѣ съ рукавами, раздѣляющими ихъ, называются „дельтой“*) рѣки. Дельта рѣки постоянно растетъ. Когда строили въ Петербургѣ Петропавловскую крѣпость, то стѣны ея спускались прямо въ воду, а теперь со стороны Невы онѣ окружены берегомъ изъ рѣчного наноса, на которомъ разрослись большіе кустарники. Если знать, какъ быстро растетъ дельта, можно разсчитать, во сколько лѣтъ она выросла. Напримѣръ, для образованія дельты Невы нужно было не менѣе 900 лѣтъ.

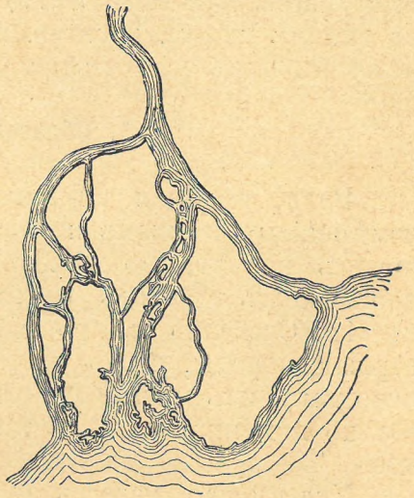


Рис. 114.—Дельта р. Невы.

§ 4. Грунтовыя воды и ключи.

Вода течетъ не только по земной поверхности, но просачивается также вглубь земли, сквозь толщи различныхъ горныхъ породъ. Черезъ однѣ горныя породы вода протекаетъ быстрѣе, черезъ другія медленнѣе. Примѣромъ первыхъ можетъ служить песокъ и твердыя породы, покрытыя многочисленными трещинами, примѣромъ вторыхъ—глина и плотныя горныя породы безъ трещинъ. Нѣтъ такихъ горныхъ породъ, черезъ которыя вода совершенно не проникала бы. Поэтому вода, падающая на землю въ видѣ дождя или снѣга, лишь отчасти сбѣгаетъ по склонамъ холмовъ и горъ книзу, большая же ея часть проникаетъ вглубь земли. Встрѣчая на нѣкоторой глубинѣ слой земли, трудно проницаемый для воды (какъ глина

*) Дельта—греческое названіе буквы „д“; дельта рѣки своею треугольною формою напоминаетъ греческое „Δ“.

или сплошной камень) эта подземная вода, называемая грунтовою, скопляется теперь на немъ. Если такой слой имѣетъ наклонъ, то грунтовыя воды текутъ по мало проницаемому для нихъ слою книзу. Тамъ, гдѣ этотъ слой выступаетъ изъ-подъ земли (напримѣръ, у подошвы или на склонѣ горы), грунтовыя воды снова выбѣгаютъ наружу въ видѣ ключей и родниковъ.

§ 5. Образованіе пещеръ.

Вода, текущая внутри земли, также работаетъ надъ измѣненіемъ горныхъ породъ. Она выноситъ изъ горныхъ породъ все то, что можетъ въ ней раствориться, и производитъ въ нихъ различныя химическія измѣненія. Особенно быстро разрушаются подземными водами горныя породы, легко растворимыя въ водѣ. Къ такимъ породамъ изъ ранѣе упоминавшихся принадлежитъ не только каменная соль, но также пласты гипса и известняковъ.

Углекислая известь нерастворима въ обыкновенной водѣ. Но вода, въ которой есть углекислый газъ, растворяетъ и углекислую известь. Въ этомъ легко убѣдиться простымъ опытомъ. При пропусканіи черезъ известковую воду углекислаго газа вода, какъ извѣстно, мутнѣетъ отъ появленія въ ней углекислой извести. Если, однако, черезъ такую помутнѣвшую воду продолжать пропусканіе газа, то мало-по-малу муть снова исчезаетъ, и вода опять свѣтлѣетъ. При продолжительномъ пропусканіи углекислаго газа черезъ воду вода насыщается имъ и снова растворяетъ появившуюся было въ видѣ мути углекислую известь. Этотъ опытъ особенно хорошо удается, если известковую воду до опыта немного разбавить перегнанной водой.

Углекислый газъ выдѣляется при многихъ измѣненіяхъ веществъ, которыя постоянно происходятъ въ природѣ. Проточная вода, встрѣчаясь съ углекислымъ газомъ, легко насыщается имъ, а насытившись имъ, она начинаетъ разрушать горныя породы, въ которыхъ есть углекислая известь.

Правда, известняки растворяются въ водѣ очень медленно, но по ихъ трещинамъ вода бѣжитъ безпрерывно

въ теченіе вѣковъ и тысячъ лѣтъ, и, такимъ образомъ, трещины мало-по-малу становятся шире и шире. Онѣ превращаются постепенно въ широкіе ходы, которые, расширяясь, соединяются одинъ съ другимъ и становятся подземными корридорами. Такъ постепенно изъ мелкихъ трещинъ вырастаютъ просторныя галлереи, которыя ведутъ глубоко въ нѣдры горъ. Мы называемъ эти извилистыя галлереи—пещерами (рис. 115).

Всѣ пещеры у насъ въ Крыму, да и во многихъ другихъ мѣстахъ, промыты водою въ известнякахъ. Время

Рис. 115.—Мамонтовая пещера съ подземнымъ озеромъ.

отъ времени своды галлерей то тамъ, то сямъ осыпаются и грудами камней заваливаютъ русло подземнаго потока. Но вода снова пробиваетъ себѣ дорогу. Она разрушаетъ завалъ и размываетъ осыпавшіяся глыбы известняка. На мѣстѣ обваловъ вырастаютъ громадные подземные залы.

Тысячи водяныхъ капель, падающихъ съ потолка пещеръ, отчасти испаряясь, оставляютъ на сводахъ и на полу пещеры часть принесенныхъ съ собою минераловъ. Своды пещеры постепенно покрываются сосульками, состоящими изъ полупрозрачной углекислой изве-

сти. Ихъ называютъ „сталактитами“ (рис. 116). Капли воды сбѣгаютъ по нимъ, обрываются съ ихъ кончиковъ и падаютъ на полъ пещеры. Стѣны и полъ пещеръ всегда смочены водою и покрыты слоемъ углекислой извести, осѣвшей вслѣдствіе испаренія этой воды и выхода изъ нея углекислаго газа. Этотъ слой растетъ такъ же, какъ сталактиты. Каждая вещь, брошенная на полъ пе-

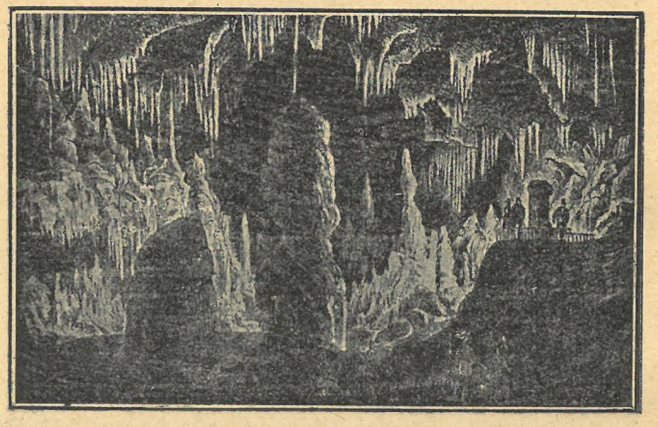


Рис. 116.—Сталактиты.

щеры, каждый камень, оборвавшійся съ потолка, скоро покрываются такой желтоватой корочкой. Подъ кончиками сталактитовъ, съ которыхъ одна за другою срываются капли, корочка растетъ гораздо быстрѣе. Поэтому здѣсь скоро вырастаетъ бугорокъ. Этотъ бугорокъ и сталактитъ, все увеличиваясь, растутъ навстрѣчу другъ другу, одинъ кверху, другой книзу. Какъ ни медленъ ихъ ростъ, но въ концѣ концовъ—они сходятся своими концами. Такъ изъ сталактитовъ образуются въ пещерахъ красивыя, высокія колонны, поднимающіяся до самаго свода.

§ 6. Почва.

Примѣромъ измѣненія горныхъ породъ не только отъ дѣйствія на нихъ атмосферы и воды, но также растеній и животныхъ, можетъ служить почва. Почвою называются тѣ верхніе рыхлые слои земли, въ которые растенія погружаютъ свои корни и въ которыхъ живутъ различ-

ныя роющіяся въ землѣ животныя. Растенія своими корнями поглощаютъ изъ почвы различныя вещества, нужныя для ихъ жизни. Поэтому для земледѣльческихъ странъ почва имѣетъ очень важное значеніе.

Посмотримъ изъ чего она состоитъ и какъ образуется.

Возьмемъ черной садовой земли и, разсыпавъ ее по листу бумаги,—разомнемъ пальцемъ или ложкой всѣ комочки. Если въ ней нѣтъ камушковъ, щепочекъ и т. под. болѣе крупныхъ частей, то земля покажется намъ на глазъ совершенно однородною. Отъ болѣе крупныхъ частей ее легко отдѣлить просѣиваніемъ черезъ рѣшето. Просѣянную почву разложимъ тонкимъ слоемъ на бумагу и дадимъ ей высохнуть на воздухѣ. Тогда она будетъ казаться на ощупь совершенно сухою. Но если ее теперь свѣсить, а послѣ того на нѣсколько часовъ поставить въ теплую (не горячую) печь и снова свѣсить, то мы замѣтимъ, что вѣсъ ея уменьшится. Значитъ, несмотря на высыханіе на воздухѣ, часть воды все-таки въ ней задержалась и эту воду можно удалить изъ почвы только нагрѣваніемъ.

Затѣмъ, разболтаемъ нашу почву съ небольшимъ количествомъ совершенно чистой (перегнанной) воды и выльемъ вмѣстѣ съ водою въ воронку на пропускную бумагу (т. е. профильтруемъ). Если эту отфильтрованную воду теперь испарить, то на днѣ чашки останется небольшое количество нѣкоторыхъ веществъ. Такъ какъ мы взяли совершенно чистую воду, то эти вещества могли попасть въ нее только изъ почвы. Слѣдовательно, въ почвѣ есть вещества (напримѣръ, разныя соли), растворимыя въ водѣ. Нѣкоторыя изъ нихъ и поглощаются корнями растеній. Тщательно, много разъ промывая почву въ водѣ,—можно отмыть ее отъ этихъ веществъ. Но для нашихъ опытовъ это не требуется.

Положимъ слой просѣянной, отчасти промытой и высушенной темной почвы на жестяную пластинку (лучше на чистую сковороду) и поставимъ на огонь. Какъ только почва начнетъ накаляться, мы увидимъ, что изъ нея пойдетъ удушливый дымъ, пахнущій гарью. Вмѣстѣ съ тѣмъ темный цвѣтъ ея начнетъ свѣтлѣть и становится или свѣтло-сѣрымъ или красноватымъ. Стало быть, въ ней есть вещества, способныя выгорать, а при выгораніи

ихъ почва свѣтлѣетъ. Вспомнивъ, что почва бываетъ покрыта растеніями, а растенія цѣликомъ или частями (корни, стебли, листья) постоянно погибаютъ, мы можемъ сказать, что эти выгорающія вещества почвы произошли изъ погибшихъ и отчасти сгнившихъ частей растеній. Эти вещества называются **перегноемъ**. Отъ нихъ-то и зависитъ темный цвѣтъ почвы.

Прокаливъ почву на огнѣ, помѣшивая ее ложечкой (или стеклянной палочкой), дадимъ ей остыть, а затѣмъ высыплемъ въ стаканъ или другой сосудъ съ чистой водою. Когда мы размѣшаемъ воду, она разумѣется, помутнѣетъ. Если оставимъ ее спокойно стоять, то муть начнетъ осѣдать. При этомъ мы замѣтимъ на днѣ сосуда слой песку, а поверхъ его слой глины. Вспомнимъ объ отмучиваніи (I, § 6) и воспользуемся имъ, чтобы отдѣлить песокъ отъ глины. Для этого нѣсколько разъ будемъ смѣшивать нашу почву съ водой, и какъ только песокъ осядетъ, сливать съ него мутную воду. Если бы мы свѣсили почву до отмучиванія (конечно, высушивши ее), а затѣмъ свѣсили бы полученный отмучиваніемъ песокъ, то узнали бы, сколько въ почвѣ песку и глины.

Итакъ, въ почвѣ есть, кромѣ воды, перегной, песокъ, глина и разныя вещества, растворимыя въ водѣ. Кромѣ того, во всякой почвѣ, на которой растутъ растенія, есть желѣзо, въ видѣ ржавчины. Отъ него зависитъ красноватый цвѣтъ прокаленной (а часто и непрокаленной) почвы. Наконецъ, очень часто, но не во всякой почвѣ, бываетъ еще углекислая известь. Если ея много въ почвѣ, то ее нетрудно открыть, поливая почву кислотою; мы знаемъ, что при этомъ изъ углекислой извести выдѣляется углекислый газъ, и почва, богатая углекислою известью, должна, при обливаніи кислотой,—шипѣть.

Въ почвѣ можетъ быть больше то однихъ, то другихъ веществъ, а частицы почвы (напримѣръ, песчинки) могутъ быть то мельче, то крупнѣе. Поэтому почвы могутъ быть очень различны.

Перегной дѣлаетъ почву рыхлою. Затѣмъ, онъ задерживаетъ въ почвѣ влагу; почва безъ перегноя высыхаетъ гораздо скорѣе, чѣмъ съ перегноемъ; наконецъ, перегной вмѣстѣ съ влагою удерживаетъ въ почвѣ цѣлый рядъ разныхъ веществъ, необходимыхъ для жизни растеній. Если перегноя въ почвѣ мало, то, чтобы сдѣлать ее плодороднѣе, ее унавоживаютъ, т. е., иначе говоря, прибавляютъ къ ней перегноя. Темная, плодородная почва, богатая перегноемъ, называется **черноземомъ**. Почва, въ которой много глины, при высыханіи во время засухъ становится твердою, какъ камень, и вся покрывается мелкими трещинами; во время дождей она, наоборотъ, удерживая въ себѣ воду, легко превращается въ липкую грязь. Обыкновенно въ почвѣ глины бываетъ въ три, четыре раза меньше, чѣмъ песку. Почва, въ которой глины почти столько же, какъ песку, называется **глинистой**.

Избытокъ песка также вредитъ почвѣ, потому что такая почва слишкомъ быстро просыхаетъ. Почва, въ которой песка въ десять, въ пятнадцать разъ больше, чѣмъ глины, называется **песчаною**.

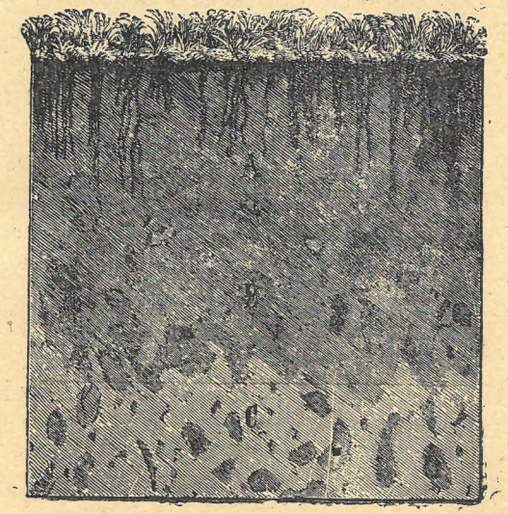


Рис. 117.—Разрѣзъ чернозема. *A*—верхній, *B*—нижній слой почвы; *C*—подпочва.

Если посмотрѣть на края глубокой выкопанной въ полѣ или въ лѣсу ямы (рис. 117), то обыкновенно можно замѣтить, что темный слой почвы, постепенно измѣняя свой цвѣтъ, совершенно незамѣтно, безъ рѣзкой границы переходитъ въ слой горной породы, находящейся подъ почвою. Это одно уже показываетъ, что **почвенный слой образовался изъ подпочвеннаго**. Въ этомъ убѣждаетъ еще лучше сравненіе обоихъ слоевъ по тѣмъ минераламъ, изъ которыхъ они состоятъ.

Большею частью подпочвенный слой, или, какъ его называютъ, „**подпочва**“, состоитъ изъ песка и глины. То же самое мы нашли и въ почвѣ. Если подпочвою

служитъ известнякъ, то и въ почвѣ мы найдемъ много углекислой извести („известковыя“ почвы).

Такъ какъ глина и песокъ, какъ извѣстно, происходятъ путемъ вывѣтриванія и размыванія разныхъ горныхъ породъ, то, значитъ, и для образованія почвы прежде всего необходима работа воздуха и воды. Но одной этой работы недостаточно: въ почвѣ есть еще перегной, а, кромѣ того, въ ней всѣ вещества перемѣшаны между собою. Для образованія перогноя нужна работа растеній, а для перемѣшиванія веществъ почвы—работа роющихся въ землѣ животныхъ. Животныя, копая свои норы, въ сущности дѣлаютъ тоже самое, что и человѣкъ, который пашетъ передъ посѣвомъ землю и перемѣшиваетъ между собою разныя вещества, находящіяся въ почвѣ.

§ 7. Ядро земного шара и земная кора.

Сверху земля холодна; она согрѣвается лишь солнечными лучами; температура поверхности земли зависитъ отъ солнечнаго тепла; но это тепло не проникаетъ глубоко въ землю. Уже на нѣкоторой незначительной глубинѣ мы встрѣчаемъ такой слой, температура котораго не измѣняется ни лѣтомъ, ни зимою, а еще глубже температура начинаетъ постепенно повышаться. Изслѣдованія показали, что съ углубленіемъ въ землю на каждые шестьдесятъ метровъ (около 30 саженъ) темература поднимается примѣрно на одинъ градусъ. Если вспомнить, что разстояніе отъ поверхности земного шара до его центра равно приблизительно 6000 верстъ, и если предположить, что и дальше въ глубину земли температура увеличивается такъ же, то внутри земного шара она должна быть не меньше 15.000 градусовъ тепла. Это такой сильный жаръ, при которомъ всѣ вещества на поверхности земли должны были бы не только плавиться, становиться жидкими, но даже кипѣть и превращаться въ пары. Поэтому можно думать, что внутренняя часть земного шара состоитъ изъ раскаленныхъ веществъ. Только наружный слой земли вполнѣ остылъ. Этотъ слой образуетъ вокругъ раскаленнаго „огненно-жидкаго“ ядра кору, на которой мы проводимъ нашу жизнь (ср. рис. 119). Вотъ почему,—вода, проникающая внутрь земли на значительную глубину,—нагрѣвается, и если ключи вырываются на поверхность земли изъ глубоко лежащихъ слоевъ земной коры, то вода ихъ бываетъ теплою и даже горячею.

§ 8. Происхожденіе суши и горъ.

Изученіе земной коры, которое составляетъ предметъ особой науки, геологіи, показало людямъ, что земная кора постепенно становится толще. И это совершенно понятно, потому что раскаленное ядро нашей планеты должно мало-по-малу остывать. Какъ ни медленно идетъ остываніе земли, но въ далекомъ будущемъ, если ничто не помѣшаетъ, земля охладится совершенно.

Если земная кора постепенно утолщается, то, значитъ, прежде она была тоньше, а еще раньше весь земной шаръ состоялъ изъ расплавленныхъ веществъ, которыя не успѣли еще остыть въ видѣ коры на его поверхности.

Перенесемся мыслью въ это отдаленное отъ насъ время, когда не было на землѣ ни животныхъ, ни растеній, ни горъ, ни морей, и попробуемъ представить себѣ, какъ могли образоваться на ней первыя моря и первыя горы.

Какъ только земной шаръ достаточно охладился, его поверхность начала застывать, на ней начала появляться тонкая, сначала вязкая, тягучая, а потомъ и твердая каменная кора. Однако, эта кора долгое время оставалась горячею и нигдѣ еще не была покрыта водою. Та вода, которая безпрестанно падала на нее въ видѣ дождя, не могла держаться на ней. Дождевыя капли сейчасъ же снова превращались въ паръ, и паръ уносился кверху. Вся вода, которая теперь течетъ по землѣ и наполняетъ собою въ видѣ болотъ, озеръ и морей всѣ впадины на землѣ, окружала тогда землю въ видѣ пара и облаковъ. Весь воздухъ былъ наполненъ этимъ теплымъ паромъ.

Вода, находившаяся въ облакахъ, замедляла остываніе земли. Но дождевыя капли, падавшія со всѣхъ сторонъ на землю, должны были, какъ вы знаете, при своемъ испареніи отнимать у земной коры тепло и уносить его кверху. И вотъ, какъ только земная кора достаточно остыла, потоки воды залили ее, и вода покрыла всю землю. Это былъ безбрежный океанъ, однообразный слой

горячей воды, надъ которымъ поднимались громадные клубы бѣлаго пара. Мѣстами море кипѣло, испарялось, но безпрерывные ливни пополняли убыль воды, и глубина океана возрастала. Мы совсѣмъ не можемъ представить себѣ тѣхъ ужасныхъ дождевыхъ потоковъ, которые должны были литься съ неба на землю въ то отдаленное отъ насъ время. Земля была залита водой.

Между тѣмъ охлажденіе земли медленно шло впередъ, а вмѣстѣ съ нимъ должно было наступить и важное измѣненіе ея поверхности. Чтобы понять его, представьте себѣ большой расплавленный шаръ, окруженный со всѣхъ сторонъ, какъ скорлупою, хотя тонкою, но твердою корою. Какъ вамъ извѣстно, отъ охлажденія тѣла сжимаются, при чемъ жидкости сжимаются сильнѣе, чѣмъ твердыя тѣла. Представьте себѣ, что вашъ шаръ будетъ остывать, т. е., иначе говоря, будетъ сжиматься. Что должно произойти съ его скорлупою? Скорлупа, какъ твердое тѣло, не можетъ сжаться такъ, какъ сжимается самый шаръ. Но она плотно прилегаетъ къ нему со всѣхъ сторонъ; между нею и нимъ не остается нигдѣ свободнаго мѣста. Поэтому, какъ только шаръ начнетъ сжиматься, на твердой корѣ его должны появиться складки. Она должна морщиться, какъ морщится кожура засыхающаго яблока.

То же самое должно было происходить и съ земною корою. Какъ только она достаточно отвердѣла, она начала морщиться, на ней появились складки и трещины. Изъ трещинъ снова выступала и выливалась расплавленная масса, но она снова застывала, земная кора утолщалась, и складки ея увеличивались.

Эти-то складки и были первыми горами на нашей землѣ. Горы, которыя кажутся намъ такими большими и высокими, въ сравненіи съ землею—крошечныя морщинки, не болѣе, чѣмъ морщинки и бугорки на кожурѣ апельсина въ сравненіи съ самимъ апельсиномъ. Большая часть горъ—это *складки земной коры*. Вотъ почему эти такъ наз. *складчатыя* горы тянутся длинными хребтами, вотъ почему хребетъ отъ хребта отдѣляютъ глубокія долины. Чѣмъ больше остывала земля, чѣмъ больше она сокращалась, тѣмъ длиннѣе становились и складки земной коры, тѣмъ болѣе увеличивались ея горы.

Первыя горы на землѣ были и первою сушею. Онѣ выдвинулись изъ-подъ волнъ безбрежнаго океана и съ тѣхъ поръ вода уже не могла покрыть всей поверхности земли. Складчатыя горы продолжаютъ расти и въ наши дни и будутъ расти до тѣхъ поръ, пока горячее ядро земного шара не перестанетъ остывать, а отъ остыванія не перестанетъ сжиматься.

§ 9. Вѣковыя колебанія земной коры.

Какъ только появилась суша, образовались и рѣки. Онѣ образовались изъ дождей, падавшихъ на сушу, выступившую изъ морскихъ волнъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ началась и работа воды, съ которой мы познакомились выше. Изъ первыхъ остывшихъ горныхъ породъ, размывая и измѣняя ихъ, и рѣчная, и морская вода начала строить другія горныя породы въ видѣ рѣчныхъ и морскихъ отложеній; мало-по-малу почти вся земная кора покрылась слоемъ такихъ отложеній. Мѣстами толщина этого слоя достигаетъ нѣсколькихъ сотенъ и даже тысячъ футовъ и говоритъ намъ о томъ продолжительномъ времени, въ которое могли произойти такія отложенія.

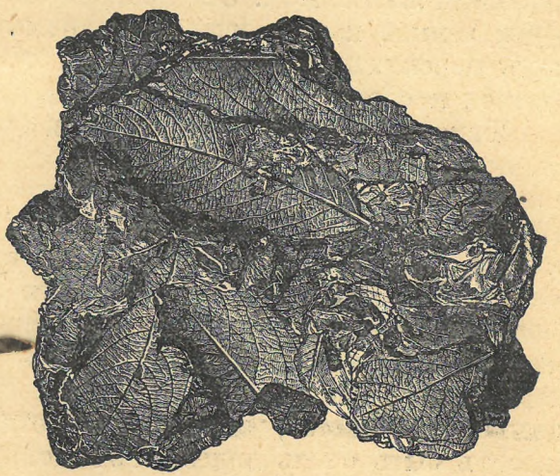


Рис. 118.—Остатки растеній (отпечатки листьевъ) въ пластахъ земной коры.

Въ отложеніяхъ часто находятъ погребенные остатки различныхъ животныхъ и растеній, населявшихъ раньше нашу планету: раковины, кости и разныя другія части тѣла животныхъ или части растеній (рис. 118). Такіе остатки, находясь съ незапамятныхъ временъ внутри твердыхъ отложеній, вродѣ известняка или мѣла, давно уже успѣли

пропитаться различными минеральными веществами, поэтому ихъ называютъ окаменѣлостями.

По окаменѣлостямъ можно судить о томъ, гдѣ образовались эти отложенія—на днѣ ли моря или въ прѣсной водѣ. Въ морскихъ отложеніяхъ будутъ встрѣчаться и остатки морскихъ животныхъ; въ прѣсноводныхъ же отложеніяхъ—остатковъ морскихъ животныхъ попадаться не можетъ, а будутъ встрѣчаться остатки только прѣсноводныхъ и сухопутныхъ животныхъ или растеній.

Окаменѣлости показали, что морскія отложенія покрываютъ собою большую часть материковъ, на которыхъ мы живемъ. Значитъ, наши материки, какъ и вся суша, были когда-то дномъ моря. Но во многихъ мѣстахъ морскія и прѣсноводныя отложенія чередуются другъ съ другомъ: на отложеніяхъ съ остатками морскихъ животныхъ лежатъ отложенія съ остатками растеній и сухопутныхъ животныхъ, а на нихъ снова отложенія съ морскими животными. Это показываетъ, что однѣ и тѣ же части земной коры могли то подниматься, выступать изъ-подъ морскихъ волнъ, становиться сушею, то снова опускаться и снова заливаться моремъ.

Такое колебаніе земной коры, какъ оказывается, продолжается и въ наши дни, и это неудивительно, потому что оно зависитъ отъ той же силы, которая поднимаетъ горы, а эта сила, т. е. сжатіе земли отъ охлажденія, дѣйствуетъ и по настоящее время. Сжатіе земли заставляетъ волноваться всю земную кору, но эти колебанія ея происходятъ очень медленно, и нужны были многолѣтнія наблюденія, чтобы ихъ замѣтить. Мы теперь знаемъ, напримѣръ, что весь сѣверъ Россіи медленно повышается; однако, пройдетъ нѣкоторое время, можетъ быть очень долгое, и это поднятіе снова смѣнится опусканіемъ. Громадная песчаная пустыня Сѣверной Африки—Сахара была когда-то дномъ неглубокаго моря,—и ея песокъ отлагался на берегахъ этого моря. Теперь море Сахары исчезло, дно его поднялось и превратилось въ пустыню.

Морскія отложенія часто образуютъ гребни высокихъ горъ. Напримѣръ, гребни Крымскихъ и многихъ другихъ горъ состоятъ изъ известняковъ (см. „Земля“, I, § 12). Значитъ, и онѣ были когда-то дномъ океана,

пока не стали сушею. Можно сказать, что большинство горъ представляютъ складки морскихъ отложеній.

Чѣмъ сильнѣе изгибы складокъ, тѣмъ разнообразнѣе и красивѣе горы. Въ большихъ горахъ складки часто сталкиваются другъ съ другомъ. Онѣ опрокидываются тогда одна на другую, и пласты горныхъ породъ, которые не могутъ такъ сильно изгибаться, трескаются и сдвигаются.

§ 10. Вулканы и изверженіе горныхъ породъ.

Возникающія при образованіи горъ трещины земной коры нерѣдко проникаютъ такъ глубоко, что доходятъ до раскаленныхъ, не [illegible]вшихъ минеральныхъ массъ земного шара (рис. 119). По такимъ трещинамъ эти минеральныя массы могутъ выступать на поверхность замли въ видѣ расплавленной огненной жидкости, называемой лавой. Обыкновенно выступленіе лавы объясняютъ вы-

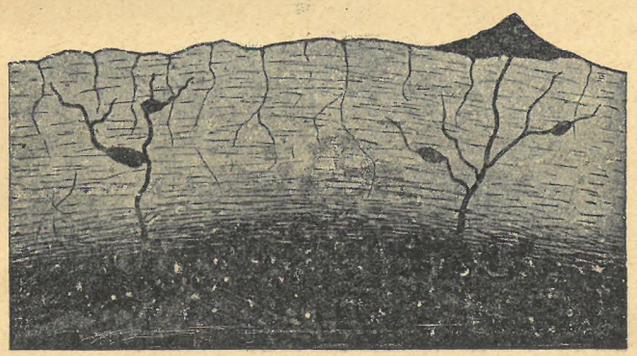


Рис. 119.—Разрѣзъ черезъ земную кору, прорѣзанную трещинами. По трещинамъ, доходящимъ до огненно-жидкой массы (черный цвѣтъ), послѣдняя поднимается кверху

давливаніемъ ее изъ нѣдръ земли опускающимися сосѣдними частями земной коры.

Вмѣстѣ съ выступающею на поверхность земли лавою вырывается масса раскаленныхъ водяныхъ паровъ. Во время такихъ „изверженій“ (рис. 120) вырывающійся изъ земли паръ подбрасываетъ отдѣльные камни высоко въ воздухъ. Ночью столбъ водяного пара кажется огненнымъ столбомъ, потому что онъ отражаетъ отъ себя ослѣпительный

свѣтъ жидкой лавы. Днемъ онъ часто бываетъ темно-сѣраго цвѣта, такъ какъ вмѣстѣ съ паромъ вылетаетъ много чернаго песку или „пепла“. Каждая такая песчинка есть не что иное, какъ крошечная капля застывшей лавы. Болѣе мелкія песчинки собираются въ черную тучу, закрывающую небо, а болѣе крупныя сейчасъ же снова падаютъ книзу. Онѣ, какъ дождь, сыплются сверху, и очень скоро вокругъ мѣста изверженія насыпается цѣлый холмъ изъ такихъ песчинокъ и набрасываемыхъ камней. Холмъ растетъ и мало-по-малу вырастаетъ въ гору. Такія горы называются вулканами, а отверстіе въ видѣ воронки на ихъ вершинѣ, черезъ которое вырывается столбъ пара и выливается огненно-жидкая лава, называютъ кратеромъ.

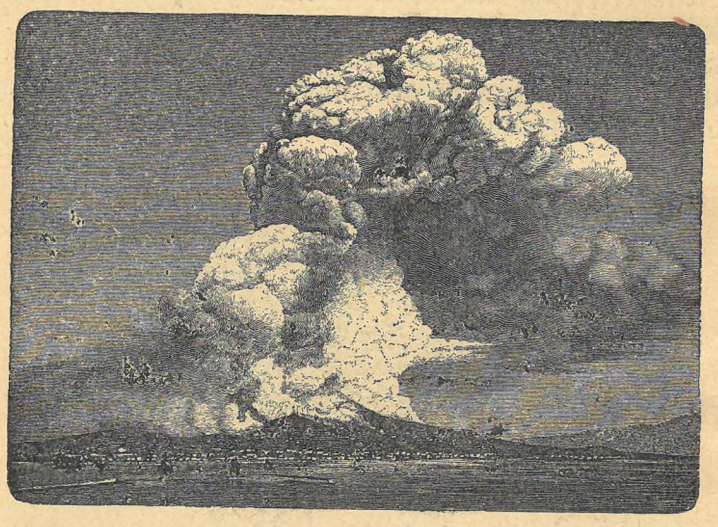


Рис. 120.—Изверженіе.

Вулкановъ очень много, но большинство изъ нихъ уже очень давно перестали извергать изъ себя водяные пары и лаву. Только по виду ихъ мы можемъ догадываться о томъ, что и они когда-то служили выходами для лавы и водяного пара. Многіе изъ нихъ уже размыты водою и исчезли съ лица земли. Отъ нихъ остались лишь застывшіе каменные потоки когда-то вылившейся изъ нихъ лавы. Мы говоримъ, что такіе вулканы „потухли“.

Всѣ дѣйствующіе вулканы находятся по берегамъ морей или на морскихъ островахъ. Въ Россіи дѣйствующіе вулканы есть въ Сибири, на полуостровѣ Камчаткѣ. Ихъ называютъ тамъ „сопками“. Нѣсколько дѣйствующихъ вулкановъ Западной Европы расположены на островахъ Средиземнаго моря, а самый извѣстный изъ нихъ, Везувій (рис. 121) возвышается недалеко отъ итальянскаго города Неаполя.

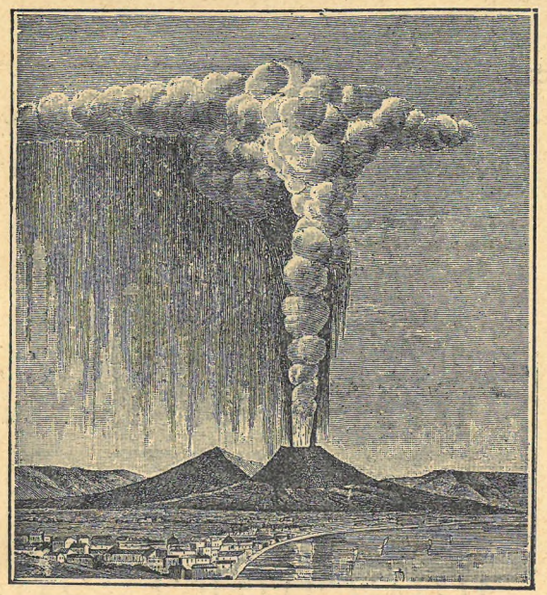


Рис. 121.—Вулканъ Везувій.

1. Какъ перемѣны температуры могутъ дѣйствовать на горныя породы? Почему русло горныхъ рѣчекъ бываетъ покрыто камнями?

2. Когда вы видѣли размываніе земли водою? Почему разрушеніе горныхъ породъ въ горахъ происходитъ быстрѣе, чѣмъ на равнинахъ?

3. Какъ происходятъ рѣчныя наносы? Приведите примѣры рѣчныхъ наносовъ.

4. Какъ возникаютъ ключи и родники?

5. Въ чемъ состоитъ работа грунтовыхъ водъ? Почему пещеры особенно часто встрѣчаются въ известнякахъ?

6. Что называется почвою? Изъ чего состоитъ почва? Какое значеніе имѣютъ вещества, находящіяся въ почвѣ? Какъ различаются между собою почвы? Какъ образуется почва?

7—9. О чемъ говорятъ намъ остатки животныхъ и растеній находимыя въ отложеніяхъ земной коры?

10. Что такое лава? Какъ возникаютъ вулканы? Приведите примѣры ихъ?

Того же автора:

Учебники, одобренные нѣсколькими Учеными Комитетами.

НАЧАЛЬНЫЙ КУРСЪ ПРИРОДОВѢДѢНІЯ.

Часть II. РАСТЕНІЯ.

Съ 80 рисунками въ текстѣ и 2 цвѣтн. таблицами.—ц. 45 к.

НАЧАЛЬНЫЙ КУРСЪ ПРИРОДОВѢДѢНІЯ.

Часть III. ЧЕЛОВѢКЪ и ЖИВОТНЫЯ.

Съ 109 рисунками въ текстѣ и 1 цвѣтн. таблицей.—ц. 50 к.

УЧЕБНИКЪ ЗООЛОГІИ

для среднихъ учебныхъ заведеній.

Съ 355 рисунками и 10 цвѣтными табл. — 2-е изд. — ц. 1 р. 50 к.

СРЕДИ ПРИРОДЫ.

ХРЕСТОМАТІЯ по ЕСТЕСТВОЗНАНІЮ.

Съ 374 иллюстраціями въ текстѣ.—ц. 1 р. 20 к.

Уч. К. М. Н. Пр. **допущено** въ качествѣ книги для класснаго чтенія въ двухклассныхъ сельскихъ школахъ.

(*Опред. за № 19105, 10 іюня 1911 г.*).

Гл. Упр. Земл. и Землед. **одобрено** въ качествѣ **учебнаго пособія** для подвѣдомственныхъ учебныхъ заведеній.

(*Пост. за № 108, 6 апрѣля 1911 г.*).

Изданія „СОТРУДНИКА“ для преподавателей естествознанія.

Проф. Э. Варбургъ.—**Курсъ физики.** ц. 2 р. 50 к.

Проф. А. Голлеманъ.—**Неорганическая химія.** ц. 2 р. 25 к.

Проф. А. Голлеманъ.—**Органическая химія.** ц. 2 р. 25 к.

Проф. А. Голлеманъ.—Практическ. занятія **по органической химіи.** ц. 50 к.

Проф. В. Плотниковъ.—**Физическая химія.** ц. 1 р. 50 к.

С. Войничъ-Сяноженцкій.—**Введеніе въ изученіе химіи.** (Главнѣйшія понятія и гипотезы). ц. 80 к.

Проф. С. Танатаръ.—**Качественный анализъ** (по Треадвеллю). ц. 80 к.

Прив.-доц. Вл. Карповъ.—**Начальная гистологія.**—3-е изд. ц. 1 р. 50 к.

Проф. А. Гурвичъ.—**Анатомія человѣка.** ц. 2 р.

Проф. В. Завьяловъ.—**Физіологія человѣка.** 3-е изд. ц. 1 р. 50 к.

Проф. В. Завьяловъ.—**Физіологическіе опыты.** ц. 80 к.

Проф. Е. Гедонъ.—Руководство по **физіологіи человѣка.** 3-е изд. ц. 3 р. 20 к.

Проф. Цунтцъ и Леви.—**Физіологія человѣка.**—2 тома по 2 р. 50 к.

Проф. Г. Луніе—**Химико-техническій анализъ.** ц. 1 р. 25 к.

Проф. А. Нечаевъ.—**Кристаллографія.** ц. 1 р. 80 к.

Проф. А. Нечаевъ.—**Минералогія.** ц. 2 р.

Проф. Э. Фраасъ.—Краткое руководство по **геологіи.**—ц. 80 к.

Проф. В. Лучицкій.—**Курсъ петрографіи.** ц. 1 р. 80 к.

Выписывающіе изъ конторы издательства (Кіевъ, Александровская, 27)—**за пересылку книгъ не платятъ.**

Подробный каталогъ изданій „Сотрудника“ высылается безплатно.

Изданія „СОТРУДНИКА“ для среднихъ учебныхъ заведеній:

И. М. Кукулеско.

Элементарный курсъ химіи.

Изд. **3-е.**—Съ 170 рисунками въ текстѣ.—**Ц. 80 к.**

Учен. Комит. Мин. Нар. Просв. **допущено** въ качествѣ **учебнаго руководства** для реальныхъ училищъ. *(Ж. М. Н. Пр. Іюль 1909 г.).*

И. М. Кукулеско.—**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМІЯ.**—Съ 73 рисунками и цвѣтной таблицей.—ц. 80 к.

И. М. Кукулеско.

Элементарный курсъ качественнаго анализа

3-е изд.—Съ 49 рис. въ текстѣ.—**Ц. 60 к**

Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. **допущено** въ качествѣ **учебнаго пособія** для среднихъ учебныхъ заведеній.

(Ж. М. Н. Пр., Августъ 1909 г.).

Гл. Упр. Земл. и Землед. **одобрено** въ качествѣ **учебнаго пособія** для подвѣд. учебныхъ заведеній.

(Опред. за № 133, 27 января 1909 г.).

И. М. Кукулеско.—**КАЧЕСТВЕННЫЙ и КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗЪ** для коммерческихъ училищъ.— **Ц. 70 коп.**

Новыя изданія „СОТРУДНИКА“ 1911 г.:

В. В. Кистяковскій.—**Курсъ экономической географіи Россіи.** Съ многочисл. рисунками, картограммами и цвѣтн. табл.—ц. 2 р.

С. Золотаревъ.—**Теорія словесности.**—ц. 1 р.

Т. Циллеръ.—**Исторія педагогики.**—ц. 2 р. 50 к.

Л. Жовнеръ.—**Альбомы для разбора литературныхъ произведеній:** Пока вышли: 1) Пушкинъ; 2) Лермонтовъ; 3) Гоголь; 4) Тургеневъ—по 12 к.

А. Горстъ.—**Элементарная геометрія.**—ц. 90 к.

З. Владимировъ.—**Сборникъ задачъ по геометріи.**—ц. 65 к.

В. Рюминъ.—**Практическая минералогія.**—2-е изд.—ц. 70 к.

В. и В. Рюмины.—**Технологія воды и топлива.**—2-е изд.—ц. 1 р. 50 к.

К. Ѳ. Лебединцевъ.—**Курсъ алгебры.**

Часть I.—2-ое изд.—ц. 80 к.

Часть II.—2-е изд.—ц. 1 р. 10 к.

Ученымъ Ком. Мин. Нар. Пр. **допущено** въ качествѣ **учебнаго руководства** для среднихъ учебныхъ заведеній.

(Опред. за № 1799, 18 января 1910 г.).

Учебнымъ Комит. Мин. Торг. и Пром. **допущено** въ качествѣ **учебнаго руководства** для коммерческихъ училищъ.

(Опред. за № 2745, 31 мая 1910 г.).

К. Ѳ. Лебединцевъ.—**Сборникъ алгебраическихъ задачъ.**

Часть I.—ц. 50 к.

Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. **допущено** въ качествѣ **учебнаго пособія** для среднихъ учебн. заведеній.

(Опр. за № 1714, 19 января 1911 г.).

К. Ѳ. Лебединцевъ.—**Основы алгебры.**

Для учебн. завед. съ практич. курсомъ алгебры.—ц. 65 к.

К. Ѳ. Лебединцевъ.—**Краткій алгебраическій задачникъ.**

Для учебн. завед. съ практич. курсомъ алгебры.—ц. 40 к.

А. М. Астрябъ.—**Наглядная геометрія.**

Начальный курсъ геометріи для трехъ мл. клас. ср. уч. зав. и для городск. учил. 2-е изд. съ 209 рис. и цвѣтн. табл.—ц. 80 к.

Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. **допущено** въ качествѣ **учебнаго пособ** для ремесленныхъ учебныхъ заведеній.

Гл. Упр. Земл. и Землед. **одобрено** въ качествѣ **учебнаго пособія** д подвѣдомственныхъ учебныхъ заведеній.

Н. П. Слетовъ.—**Прямолинейная тригонометрія.**

Учебникъ, составленный примѣнительно къ индуктивному методу. Со многими рисунками.—ц. 80 к.

Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. **допущенъ** въ качествѣ учебнаго **руководства** для средн. учебн. заведеній.

(Опред. за № 13773, 19 апрѣля 1911 г.).

Н. и Н. Володкевичъ.—**Курсъ практическихъ занятій по физикѣ.**

Со многими рисунк. въ текстѣ.—ц. 1 р.

Учен. Ком. Мин. Нар. Пр. **допущено** въ качествѣ необ. учеб. пособія для средн. учебн. заведеній.

К. Розенбергъ.—**Начальная физика** (для женск. гимн. и гор. училищъ).

Со многими рисунками.—ц. 1 р. 20 к.

Готовится къ печати

серія учебныхъ руководствъ и пособій

по программѣ средней и низшей школы.

Учебники Пироговскаго Товарищества

для среднихъ учебныхъ заведеній.

Проф. Ю. Вагнеръ.—Начальный курсъ природовѣдѣнія.
Ч. 1-я Воздухъ. Вода. Земля. **4**-е исправлен. изд.—ц. 50 к.
Ч. 2-я Растенія. **3**-е исправлен. изд.—ц. 45 к.;
Ч. 3-я—Человѣкъ и животныя—**3**-е исправл. изд.—ц. 50 к.
Проф. Ю. Вагнеръ.—Зоологія. 2-ое изд.—ц. 1 р. 50 к.
Проф. Ю. Вагнеръ—Среди природы. Хрестоматія по естествознанію—ц. 1 р. 20 к.
Проф. В. Завьяловъ.—Анатомія и физіологія человѣка.—3-е изд. ц. 1 р. 10 к.
Проф. В. Заленскій.—Ботаника.—2-е изд.—ц. 80 к.
Проф. В. Заленскій.—Физіологія растеній.—3-е изд.—ц. 80 к.
Проф. А. Нечаевъ.—Минералогія и геологія.—4-е изд.—ц. 90 к.
Проф. А. Нечаевъ.—Практ. занятія по кристаллографіи.—ц. 50 к.
Проф. К. Покровскій.—Космографія.—3-е испр. изд.—ц. 1 р.
Проф. К. Покровскій.—Краткій курсъ космографіи (для женск. гимн.)—ц. 65 к.
Проф. А. Нечаевъ, В. Заленскій и А. Лебедевъ:
Курсъ естественной исторіи. Съ **430** рисун. и **9 цвѣтными таблицами** минераловъ, растеній и животныхъ.—**3**-е изд.—ц. 1 р. 50 к.
Проф. О. Шмейль.—Человѣкъ. Авториз. перев. подъ редакц. проф. **В. Завьялова**. Съ **65** рис. и **цвѣтн. табл.—2**-е изд.—ц. 50 к.
Проф. О. Шмейль.—Человѣкъ и животныя.—Съ 175 рисунк. и **6 цвѣтными таблицами—2**-е изд.—ц. 1 р.
Проф. О. Шмейль.—Растенія.—Съ 133 рис. и **4 цвѣтн. табл.—2**-е изд.—ц. 85 к.

Всѣ *перечислен. учебники допущены Уч. Ком. М. Н. Пр. въ качествѣ* **учебныхъ руководствъ** *для средн. учебн. заведеній.*

Вышли изъ печати:

Прив.-доц. М. Дукельскій.—Учебникъ химіи (для средн. уч. зав.)—ц. 80 к.
М. Франке.—Элементарная физика, химія, минералогія—ц. 60 к.
Проф. О. Шмейль.—Краткая естественная исторія.
Человѣкъ, животныя и растенія—ц. 60 к.
Проф. В. Завьяловъ и П. Діатроптовъ.—Начальный курсъ гигіены (для средн. уч. зав.). Ч. I-я—ц. 90 к. (Ч. II-я—печатается).

Новыя изданія Пироговскаго Товарищества

для городскихъ училищъ:

Проф. А. Нечаевъ, В. Заленскій и А. Лебедевъ.—Курсъ естественной исторіи.
Проф. В. Завьяловъ.—Элементарный учебникъ анатоміи.